Amatérské RADIO

ŘADA B – PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
ROČNÍK XLIII/1994 • ČÍSLO 5

V TOMTO SEŠITĚ

AMATÉRSKÉ RADIO - ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s.p., Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, telefon 24 22 73 84-9, fax 24 22 31 73, 24 21 73 15. *Redakce:* Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 24 22 73 84-9. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, l. 354.
Sazba: SOU polygrafické Rumburk.
Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 14,80 Kč. Pololetní předplatné 44,40 Kč, celoroční předplatné 88,80 Kč.
Rozšiřuje MAGNET-PRESS a PNS, informace o předplatném podá a objednávky přijímá PNS, pošta, doručovatel a předplatitelské středisko administrace MAGNET-PRESS. Velkoodběratelé a prodejci si mohou objednat AR za výhodných podmínek v oddélení velkoobchodu MAGNET-PRESS, tel /fax. (02) 26 12 26.
Podávání novinových zásilek povoleno jak Ředitelstvím pošt. přepravy Praha (č. j. 349/93 ze dne 1. 2.1993), tak RPP Bratislava - pošta Bratislava 12 (č. j. 82/93 dňa 23. 8. 1993). Objednávky do zahraničí přijímá vydavatelství MAGNET-PRESS, OZO.312, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1 formou bankovního šeku, zaslaného na výše uvedenou adresu. Celoroční předplatné časopisu pozemní cestou 30 DM nebo 20 US $, letecky 46 DM nebo 28 US $.
Ve Slovenské republice předplatné zajišťuje a objednávky přijímá přímo nebo prostřednictvím dalších distributorů MAGNET-PRESS Slovakia s.r.o., P.O. BOX 814 89 Bratislava, tel. (07) 39 41 67, cena za jeden výtisk v SR je 17,50 SK.
Inzerci přijímá inzertní oddělení MAGNET- PRESS, Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. (02) 24 22 73 84, 24 22 77 23, tel./fax.(02) 24 22 31 73.
Znění a úpravu odborné inzerce lze dohodnout s kterýmkoli redaktorem AR.
Za původnost a správnost příspěvků odpovídá autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.
ISSN 0139-9572, číslo indexu 46 044
Toto číslo vyšlo 21. 9. 1994

PŘEDSTAVUJE SE SPOLEČNOST Microsoft®

Společnost Microsoft navrhuje, vyvíjí a vyrábí softwarové produkty (operační systémy, aplikace, vývojové nástroje a programovací jazyky), hardwarové periférie a počítačovou literaturu, obchoduje s nimi a poskytuje jim širokou podporu.

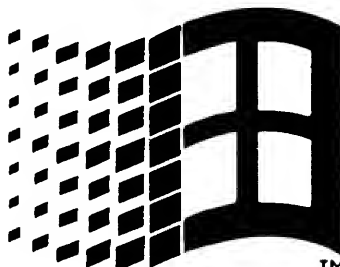
Společnost Microsoft založili v roce 1975 Wiliam H. Gates a Paul G. Allen. V roce 1981 se stala akciovou společností. Její centrum je v Redmondu ve státě Washington v USA (One Microsoft Way, Redmond, WA 98052–6399), kde má 24 budov na 260 akrech pozemků. Výrobní a distribuční centra jsou v Bothellu (Washington), Dublinu (Irsko) a Humacao (Portoriko). Firma zaměstnává přes 14 000 pracovníků (s průměrným věkem 31,5 roku) v USA a ve svých pobočkách po celém světě.

Microsoft vychází z ideje, že k uspokojení potřeb organizací ve společnosti je zapotřebí globální angažovanost v propojování lidí a myšlenek. Proto má firma zaměstnance ve 40 pobočkách po celém světě a vydatně investuje do mezinárodního trhu. Prostřednictvím těchto poboček přizpůsobuje Microsoft svoji obchodní činnost stavu mezinárodního trhu a požadavkům zákazníků celého světa.

Představa Microsoftu o rozvoji využívání osobních počítačů v následujících letech je založena na myšlence „informace na dosah ruky (information at your fingertips)“ – posílení jednotlivců i organizací výrazným usnadněním a zjednodušením jejich přístupu k informacím. Úspěchy a světové prvenství společnosti Microsoft ve světovém softwarovém obchodu jsou založeny na této myšlence a na věnování pozornosti následujícím třem základním oblastem:

- Poskytování výkonných a užitečných produktů, které pomáhají lidem dělat jejich práci lépe, pohodlněji a rychleji.
- Poskytování široké škály podpůrných služeb, vycházejících vstříc individuálním i společenským potřebám a umožňujících lidem, aby ze svého software vytěžili co nejvíce.
- Dosažení plného pracovního potenciálu lidí uvědoměním si a uznáním zodpovědnosti firmy (a tím i sebe) za řádné občanství ve společnosti.

Celkový obrat společnosti Microsoft ve fiskálním roce 1993 (končícím 30. 6. 93) byl 3,75 mld USD a čistý příjem byl 953 mil. USD. Microsoft používá tři hlavní distribuční kanály svých produktů – domácí prodej (USA), mezinárodní prodej a prodej prostřednictvím originálních výrobců osobních počítačů (OEM).



Základní produkty Microsoftu

Operační systémy MS-DOS, Microsoft Windows, Microsoft Windows for Workgroups, Windows NT. Operační systém MS-DOS, uvedený na trh v roce 1981, je legálně nainstalován na více než 100 miliónech osobních počítačů v celém světě. Je to zatím vůbec nejúspěšnější softwarový produkt ve světové počítačové historii.

V roce 1983 ohlásil Microsoft vývoj grafického prostředí pro osobní počítače – Windows. Verze 3.0 tohoto systému, uvedená v roce 1990, zaznamenala mimořádný úspěch a byla počátkem vítězného tažení operačního systému Windows na osobních počítačích. Následující verze 3.1 přinesla další zdokonalení a výrazně zjednodušila a zpříjemnila obsluhu osobního počítače. V současné době je operační systém Windows na více než 50 miliónech počítačů v celém světě a stal se neoficiálním standardem operačního systému osobních počítačů.

Operační systém pro pracovní skupiny Windows for Workgroups, uvedený v roce 1992, kombinuje populární operační systém Windows s možností vytvoření sítě, a umožňuje lidem snáze sdílet informace a lépe spolupracovat. Dalším krokem ve vývoji Windows je víceúlohový operační systém Windows NT, navržený pro výkonné pracovní stanice v podnikových sítích.

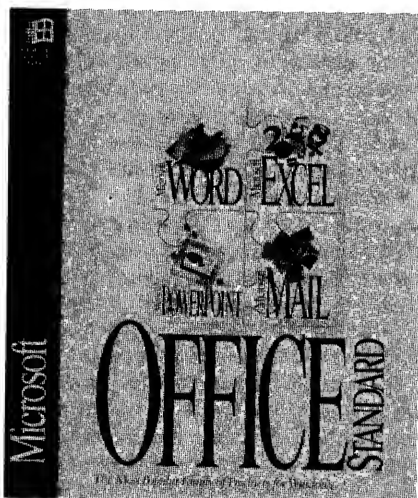
Fenomén Windows neustále podporuje základní rozvoj počítačového průmyslu – vytváří nové podnikatelské příležitosti a nová pracovní místa, růst možností pro producenty aplikací a pro obchodníky. V současné době přibližně 2500 nezávislých producentů softwaru nabízí více než 5000 aplikací pro operační systém Windows.

Microsoft navíc nabízí i řadu základních aplikací pro Windows, uspokojující všechny úrovně uživatelských potřeb, od jednoduchého desktop počítače až po celofiremní počítačové sítě.

Ve tvorbě aplikací pro operační systémy Windows, MS DOS a počítače Macintosh je Microsoft světovou jedničkou. Tyto aplikace získávají pravidelně nejvyšší ocenění v průmyslových a uživatelských hodnoceních.

Ukázkovými příklady vedení firmy v nové éře vývoje aplikačních technologií jsou produkty Microsoft Office. Kombinací několika inovačních technologií a množstvím nových vlastností umožňují uživatelům zcela nový přístup k práci. Microsoft Office nabízí dokonalou integraci nejčastěji používaných kancelářských aplikací – Microsoft Word (textový editor), Microsoft Excel (tabulkový procesor), PowerPoint (prezentační program) a licenci Microsoft Mail (elektronická pošta). Navíc profesionální verze Microsoft Office přidává Microsoft Access (relační databázový systém). Všechny tyto produkty jednotlivě jsou pak na špičce hodnocení softwarových produktů jednotlivých kategorií, stejně jako i FoxPro (databázový systém) a Microsoft Project (program pro zpracování a sledování projektů).

Microsoft byla jednou z prvních společností, výrazně se angažujících



ve vývoji aplikací pro počítače Apple Macintosh, a většinu výše uvedených aplikací se stejným úspěchem nabízí i pro jeho operační systém System 7.

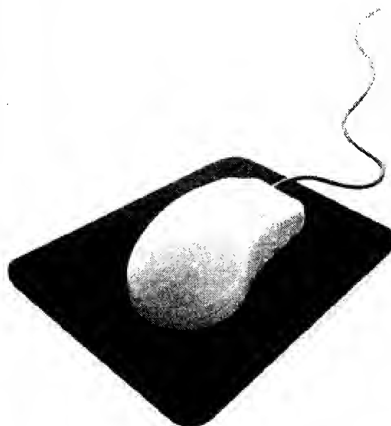
K naplňování myšlenky, že počítač by měl být na každém stole a v každé domácnosti, přispívá Microsoft i tím, že vyvíjí a připravuje celou řadu spotřebních produktů a multimediálních titulů. Tyto produkty jsou navrhovány pro nové uživatele počítačů doma nebo v malém podnikání. V současné době nabízí Microsoft celkem 29 titulů ve 27 světových jazycích. Jsou mezi nimi např. Microsoft Works (malá kancelář), Microsoft Money (účetnictví), Publisher (jednoduché DTP), Encarta multimedia encyklopedia (encyklopedie), Cinemania (rozsáhlá filmová historie s ukázkami), Dinosaurus (vše o dinosaurech). Tyto produkty vzbudily velký ohlas pro svůj originální design a jednoduchou obsluhu.

Dalším produktem Microsoftu je Microsoft Visual Basic, programovací



systém pro operační systémy Windows a MS DOS, vývojový prostředek (programovací jazyk), který automatizuje tvorbu programů. Visual Basic je zatím poslední krok dlouhé vývojové cesty, na kterou Microsoft vstoupil v roce 1975, kdy vyvinul BASIC pro MITS Altair, první komerčně dostupný osobní počítač. Microsoft byl první s programovacím jazykem BASIC, s makry i s vizuálním programováním a je stále v čele v produkci vývojových produktů a jazyků pro programátory. Rodina těchto produktů zahrnuje v současné době Visual Basic, Visual C++, Fortran PowerStation, MASM, Delta Version Control and Test.

Nejznámějším hardwarovým produktem je Microsoft Mouse, známá myš. Její vývoj postupně dochází až k ergonomické dokonalosti (viz též fotografie na obálce).



Široké spektrum služeb

V centru pozornosti firmy je kvalitní servis a podpora v celé oblasti uživatelských potřeb, od jednotlivého zákazníka po velké společnosti. Mnoho služeb zajišťuje přímo (každý pátý zaměstnanec Microsoftu pracuje v tomto oboru), mnoho dalších např. v programu Solution Providers („dodavatelé řešení").

Solution Providers jsou nezávislé organizace, které poskytují konzultace, dodávají projekty, uživatelské úpravy a aplikace, zajišťují školení a mnoho dalších služeb pro uživatele produktů Microsoftu. Název Solution Providers vyjadřuje, že používají technologie a produkty Microsoftu k řešení reálných praktických potřeb a problémů zákazníků. Microsoft jim nabízí mnoho programů k získávání a využívání informací – např. získávání softwaru v programu Select, aktuální informace z elektronických zdrojů jako TechNet nebo Microsoft Developers Network (MSDN), školení prostřednictvím autorizovaných školicích center ap.

Microsoft Press publikoval jen v minulém roce 50 nových titulů, mnoho z nich se stalo ve své kategorii mezinárodními bestsellery. Tyto úspěšné publikace prohlubují znalosti o jednotlivých softwarových produktech Microsoftu. Byly přeloženo již do 25 jazyků a prodávají se po celém světě.

Microsoft v České republice

V Praze založil Microsoft svoje zastoupení v roce 1992. V současné době pracuje pro Českou i Slovenskou republiku. Jeho hlavním cílem je zpřístupnit našim uživatelům v co nejkratší době software světové kvality v jejich mateřském jazyku.

Na českém trhu jsou plně dostupné všechny anglické programové produkty Microsoftu a do češtiny lokalizované produkty Microsoft Windows 3.1, Microsoft Windows for Workgroups, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Works, FoxPro a Microsoft Office.

O jejich distribuci pečuje 6 distributorů a prodej zajišťuje více než 40 autorizovaných prodejců, dva dealeři EDU (software se slevou pro výuku) a 16 dealerů OEM. V Praze i v Bratislavě jsou zajištěny telefonické konzultace (*hotline*). Autorizovaná tréninková centra pro produkty Microsoft provozuje 10 firem. Postupně se rozbíhá program *Solution Providers.* Pravidelně každý měsíc je pro dealery vydáván (v češtině) informační bulletin Microsoft INFO, na podzim začne vycházet i čtvrtletník pro uživatele.

Microsoft podepsal koncem června rámcovou dohodu o spolupráci v oblasti informačních technologií s Ministerstvem školství České republiky. Při té příležitosti obdržely české střední a vysoké školy dar v hodnotě více než 200 miliónů korun ve formě programových produktů Microsoftu. Dar bude rozdělovat ministerstvo na základě předběžného průzkumu přímo konkrétním školám. Jde především o textové editory Microsoft Word a tabulkové procesory Microsoft Excel. Školy, které mají dostatečné znalosti a zkušenosti, dostanou i nejmodernější operační systémy pro osobní počítače Microsoft Windows for Workgroups 3.11 a Microsoft Windows NT. Školy dostanou k programovému vybavení i multilicence, které jim umožní legálně kopírovat software do více počítačů.

555 - UNIVERZÁLNÍ IO

Je to neuvěřitelné - integrovaný obvod, který spatřil světlo světa kolem roku 1970, prostě nestárne. Potvrdil jsem si to např. v letošním letním čísle známého německého časopisu Elektor, kde mezi vybranými 100 konstrukcemi se objevil několikrát. A nejen v Elektoru, ale i např. v amerických časopisech stále nacházíme nová a nová použití tohoto univerzálního obvodu, který byl již použit v tisících (snad i desetitisících) aplikací. Myslím, že není druhý podobný obvod, většinou si oblíbené integrované obvody pobyly nějaký čas na výsluní zájmu a pak byly překonány - ten dříve, onen později. Ten (nebo ti), kdo složil dohromady oněch několik součástek do podoby, kterou dnes známe pod jménem časovač (timer) 555, byl, domnívám se, génius. I když některé konstrukce s 555 by zcela jistě mohly být nahrazeny dokonalejšími, i když by je bylo možno realizovat třeba jednodušeji s jinými, modernějšími součástkami atd., jsou některé z konstrukcí s 555 dodnes nesnadno překonatelné (z různých důvodů) a někdy i zcela nepřekonatelné a to ať již jde jak o ty, které vznikly v době těsně po objevení se 555 na trhu, tak o ty, které vznikají v současnosti.

Je samozřejmě snem každého konstruktéra vytvořit obvod co nejuniverzálnější, který by splňoval požadavky co nejširšího okruhu možných uživatelů, neboť to umožňuje velké výrobní série a tím i výhodnou cenu, nemluvě o snahách po unifikaci součástek a dílů, která přináší úspory ve výrobě - to vše (a mnoho dalšího) se podařilo bezezbytku konstruktérům časovače 555.

Zmínka v závorce - a mnoho dalšího - z našeho hlediska, z hlediska zájemců o konstruktérskou činnost v elektronice ze záliby, znamená především jednoduchost použití, širokou univerzálnost, velký rozsah možných napájecích napětí (nesouměrných napájecích napětí oproti např. operačním zesilovačům), použití jak v analogové, tak digitální technice, dobrou reprodukovatelnost konstrukcí, nenáročnost na použité součástky, možnost snadno přizpůsobovat zapojení různým požadavkům a celkem snadné sledování činnosti jednotlivých částí IO při vývoji nových konstrukcí, případně i při opravách.

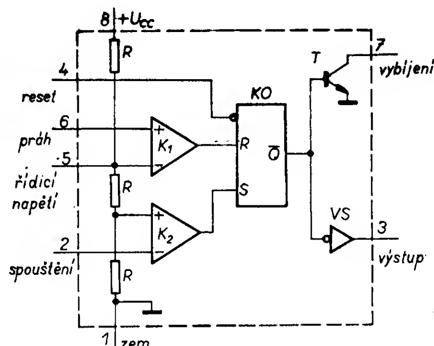
To vše byly důvody, proč předkládáme čtenářům celé jedno číslo AR řady B s jediným tématem - co je a co všechno umí časovač 555 a přáli bychom si, aby při práci s tímto integrovaným obvodem cítili stejné uspokojení, jaké se dostavuje, když se člověk setká s dokonalým výrobkem.

Stručný přehled vlastností a funkce časovače 555

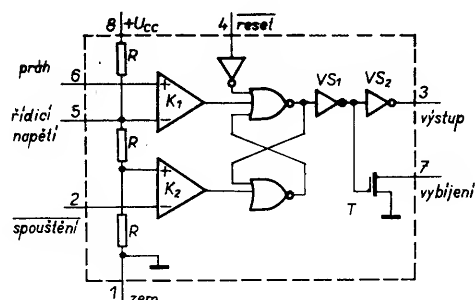
Na obr. 1 je zjednodušené blokové schéma časovače 555. Jak je ze schématu zřejmé, jde o analogově digitální zapojení, které se skládá ze dvou vstupních komparátorů (horní tzv. threshold, prahový komparátor, dolní tzv. trigger, spouštěcí). Za komparátory následuje klopný obvod R-S, invertující výstupní zesilovač s doplňkovými tranzistory pro malý výkon, dále výstupní tranzistor s otevřeným kolektorem, jehož výstupní napětí je ve fázi se vstupním napětím tehdy, je-li mezi jeho kolektorem a přívodem napájecího napětí zapojen pracovní rezistor. Odporový dělič na vstupu zabezpečuje dvě „konstantní" napětí (2/3 napájecího napětí a 1/3 napájecího napětí) jako referenční pro oba komparátory.

I takto relativně jednoduché zapojení integrovaného obvodu má velmi pozoruhodné vlastnosti: umožňuje časování v mezích od mikrosekund do hodin a časovací intervaly jsou prakticky nezávislé na velikosti napájecího napětí, umožňuje měnit činitel plnění (využití) (duty time) výstupního signálu (což je poměr šířky impulsu k době periody), výstupní obvod může dodat nebo odebrat (dissipate, popř. supply) proud až 200 mA, výstupní signál může ovládat logické obvody TTL. Teplotní stabilita je výborná - 0,005 %/ °C, výstup může být běžně buď ve stavu „zapnuto" nebo „vypnuto".

Vzhledem k velké oblibě „klasické" 555 byla před časem uvedena na trh i verze tohoto časovače, vyrobená technologií CMOS - pro úplnost je na obr. 2 pro srovnání blokové schéma časovače 7555, který má ve srovnání s původní verzí několik předností - k tomu se však ještě dostaneme. Časovače 555 vyrábí množství firem, např. Harris pod označením CA555, Motorola MC1455, National Semiconduktors LM555 atd. Časovač 555 byl vyráběn i v bývalé NDR pod označením B555D a dále i např. v Rumunsku jako βE555 (BE555). Vždy se však v jeho typovém označení vyskytuje třikrát 5 (nebo alespoň dvakrát). Nejrozšířenější jsou pravděpodobně výrobky firmy Signetics pod označením NE (SE) 555, stejně jako CMOS verze



Obr. 1. Blokové schéma časovače 555. Pro kontrolu a případné „listování" anglickou literaturou jsou uvedeny i anglické názvy jednotlivých vývodů: 1 - zem, ground, 2 - spouštění, trigger, 3 - výstup, output, 4 - nulování, nastavení, reset, 5 - řídicí napětí, control voltage, 6 - práh, threshold, 7 - vybíjení, discharge, 8 - U_{CC}, kladné napájecí napětí, K - komparátory, KO - klopný obvod R - S, VS - výstupní stupně, T - vybíjecí tranzistor s otevřeným kolektorem



Obr. 2. Blokové schéma časovače MOSFET, 7555 V, R = 50 až 100 kΩ

Tab. 1. Typy pouzder NE(SE)555, NE(SE)556, ICM7555, provozní teploty a kódové označení pouzder

8 vývodů, herm. ker. dip	0 až +70 °C	NE555FE
8 vývodů, plast. SO		NE555D
8 vývodů, plast. dip		NE555N
8 vývodů, plast. dip	-40 až +85 °C	SA555N
8 vývodů, plast. SO		SA555D
8 vývodů, herm. ker. dip	-55 až +125 °C	SE555CFE
8 vývodů, plast. dip		SE555CN
14 vývodů, plast. dip		SE555N
8 vývodů, herm. ker. dip		SE555FE
14 vývodů, ker. dip	0 až +70 °C	NE555F
14 vývodů, ker. dip	-55 až + 125 °C	SE555F
NE(SE)556		
14 vývodů, plast. SO	0 až 70 °C	NE556D
14 vývodů, ker. dip		NE556F
14 vývodů, plast. dip		NE556N
14 vývodů, plast. dip	-40 až +85 °C	SA556N
14 vývodů, ker. dip		SA556-1F
14 vývodů, plast. dip		SA556-1N
14 vývodů, ker. dip	-55 až + 125 °C	SE556F
14 vývodů, plast. dip		SE556N
ICM7555		
8 vývodů, plast. dip	0 až 70 °C	ICM7555CN
8 vývodů, plast. SO		ICM7555CD
8 vývodů, plast. dip	-40 až +85 °C	ICM7555IN
8 vývodů, plast. SO		ICM7555ID
8 vývodů, plast. dip	-55 až + 125 °C	ICM7555MN
8 vývodů, ker. dip		ICM7555MFE

Tab. 2a: Mezní údaje 555

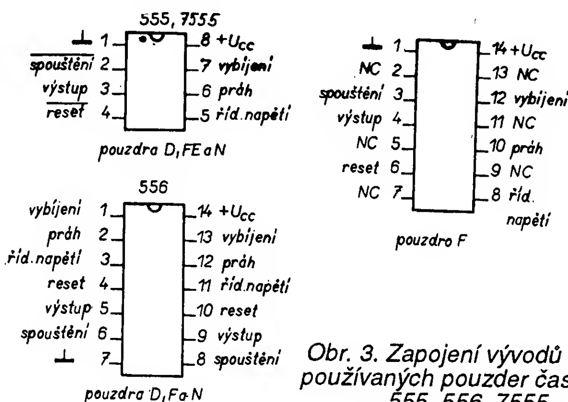
Napájecí napětí U_{CC}	SE555 +18 V NE555, SE555C, SA555 +16 V
Max. výkonová ztráta P_D	600 mW
Pracovní teplota okolí T_A	NE555 0 až 70 °C SA555 -40 až +85 °C SE555, SE555C -55 až +125 °C
Skladovací teplota T_{STG}	-65 až +150 °C
Teplota pájení T_{SOLD} [1]	+300 °C

[1] po dobu max. 10 sekund

Pro dvojitý časovač 556 platí stejné údaje s výjimkou výkonové ztráty - ta může být až 800 mW.

Tab. 2b. Mezní údaje 7555

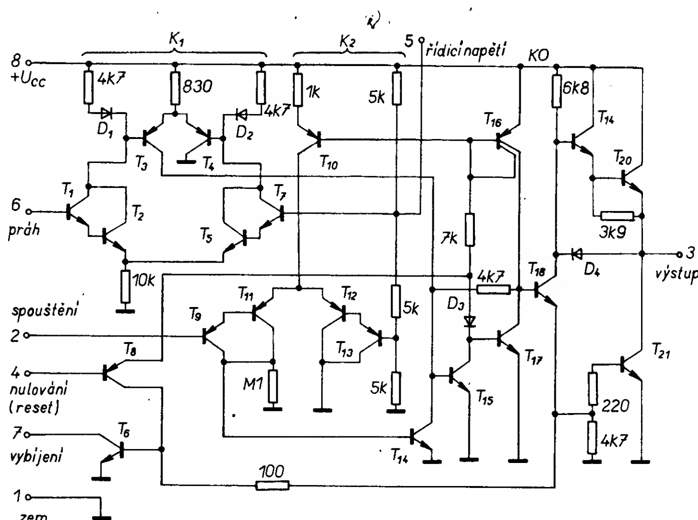
Napájecí napětí U_{CC}	+18 V
Napětí na vývodu 2, spouštění	větší než -0,3 V a menší než U_{CC} + 0,3 V
Řídicí napětí, vývod 5	
Prahové napětí, vývod 6	
Napětí reset, vývod 4	
Výstupní proud I_{out}	100 mA
Max. výkonová ztráta (25 °C)	pouzdro F 780 mW, pouzdro N 1160 mW. pouzdro D 780 mW
Skladovací a pájecí teploty jsou shodné s typem 555.	



Obr. 3. Zapojení vývodů všech používaných pouzder časovačů 555, 556, 7555

s označením ICM7555, např. výrobce Texas Instrumens značí verzi CMOS jako TLC7555. Většina výrobců „jednoduchých" 555 vyrábí i verzi se dvěma časovači v jednom pouzdře, Signetics např. pod označením NE556, Motorola MC3556 atd.

Na obr. 3 jsou přehledně uvedena zapojení pouzder obou základních druhů časovačů - 555, 7555 a 556. Druhy a vlastnosti jednotlivých pouzder jsou v tab. 1, mezní údaje pro 555, 556 a 7555 v tab. 2, charakteristické údaje pro 555 v tab. 3a a pro 7555 v tab. 3b.



Obr. 4. Vnitřní zapojení integrovaného časovače 555 (1/2 556)

Zapojení časovače 555

K výkladu činnosti časovače je na obr. 4 zapojení jeho vnitřní struktury. Protože navenek se chovají jak 555, tak 7555 téměř shodně, popíšeme si činnost typu 555. Aby bylo možno s časovači experimentovat, tj. například upravovat vlastnosti jednotlivých zapojení, je třeba vědět, jak pracují, za kterých pracovních podmínek lze očekávat ty které výsledky.

Protože základem obvodového řešení časovače jsou komparátory a klopný obvod R-S a protože se časovač používá nejčastěji jako klopný obvod astabilní, bistabilní či Schmittův, bude vhodné, myslím, nejdříve si stručně charakterizovat tyto základní elektronické obvody včetně komparátoru.

Komparátory jsou obvody většinou se dvěma vstupy, u nichž lze registrovat časový okamžik, ve kterém určitý signál dosáhne předem zvolené napěťové úrovně (dané nastavením napětí na referenčním vstupu). Na výstupu komparátoru napětí se mohou objevit impulsy o konstantní napěťové úrovni, jejichž délka trvání závisí pouze na tom, po jak dlouhou dobu dosahuje vstupní signál předem stanovené na-

Tab. 3a. Charakteristické údaje 555 (T_A = 25 °C, U_{CC}=+5 až +15 V, není-li uvedeno jinak)

Veličina	Pozn.	SE555			NE555/SE555C		
		min.	typ.	max.	min.	typ.	max.
Napájecí napětí U_{CC} [V]		4,5		18	4,5		16
Napájecí proud I_{CC} [mA] [1]	U_{CC}= 5 V, $R_L = \infty$		3	5		3	6
	U_{CC}=15 V, $R_L = \infty$		10	12		10	15
Časovací chyba (monostab.):							
výchozí přesnost t_M [%]	R_A = 2 až 100 kΩ		0,5	2		1	3
drift s teplotou $\Delta t_A/\Delta T$ [ppm/°C]	C=0,1 µF		30	100		50	150
drift se změnou U_{CC} [%/V]			0,05	0,2		0,1	0,5
Časovací chyba (astab.):							
základní přesnost t_A [%]	R_A, R_B = 1 až 100 kΩ		4	6		5	13
drift s teplotou $\Delta t_A/\Delta T$ [ppm/°C]	C=0,1 µF			500			500
drift se změnou U_{CC} [%/V]	U_{CC}=15 V		0,15	0,6		0,3	1
Řídicí napětí U_C [V]	U_{CC}=15 V	9,6	10,0	10,4	9,0	10,0	11
	U_{CC}= 5 V	2,9	3,33	3,8	2,6	3,33	4,0
Napětí prahu U_{TH} [V]	U_{CC}=15 V	9,4	10,0	10,6	8,8	10,0	11,2
	U_{CC}= 5 V	2,7	3,33	4,0	2,4	3,33	4,2
Proud prahu I_{TH} [µA]			0,1	0,25		0,1	0,25
Spouštěcí napětí U_{TRIG} [V]	U_{CC}=15 V	4,8	5,0	5,2	4,5	5,0	5,6
	U_{CC}= 5 V	1,45	1,67	1,9	1,1	1,67	2,2
Spouštěcí proud I_{TRIG} [µA]	U_{TRIG} = 0 V		0,5	0,9		0,5	2,0
Napětí vstupu reset U_{RESET} [V] [2]		0,3		1,0	0,3		1,0
Proud vstupu reset I_{RESET} [mA]	U_{RESET} = 0,4 V		0,1	0,4		0,1	0,4
	U_{RESET} = 0 V		0,4	1,0		0,4	1,5
Výstupní napětí U_{OL} [V]	U_{CC}=15 V						
	I_{SP}= 10 mA		0,1	0,15		0,1	0,25
	= 50 mA		0,4	0,5		0,4	0,75
	= 100 mA		2,0	2,2		2,0	2,5
	= 200 mA		2,5			2,5	
	U_{CC} = 5 V						
	I_{SP}= 8 mA		0,1	0,25		0,3	0,4
	= 5 mA		0,05	0,2		0,25	0,35
Výstupní napětí U_{OH} [V]	U_{CC} = 15 V						
	I_{ZDR}= 200 mA		12,5			12,5	
	= 100 mA	13,0	13,3		12,75	13,3	
	U_{CC}= 5 V						
	I_{ZDR}= 100 mA	3,0	3,3		2,75	3,3	
Doba vypnutí t_{OFF} [µs] [3]	U_{RESET}= U_{CC}		0,5	2		0,5	2
Doba náběhu výstupu t_R [ns]			100	200		100	300
Doba doběhu výstupu t_F [ns]			100	200		100	300

[1] údaj platí pro úroveň L výstupu, při úrovni H je typicky i 1 mA menší

[2] údaj platí při vstupu spouštění s úrovní H

[3] doba se měří od příchodu kladného vstupního impulsu 0 až $0{,}8U_{CC}$ do vstupu "práh", kdy se změní úroveň na výstupu z H na L. Vstup spouštění je spojen se vstupem "práh"

Tab. 3b. Údaje ICM7555

Veličina	Pozn.	ICM7555M			ICM7555I/C		
		min.	typ.	max.	min.	typ.	max.
Napájecí napětí U_{DD} [V]	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	3		16	2		18
Napájecí proud I_{DD} [µA]	U_{DD}= U_{min}		50	200		50	120
	U_{DD}= U_{max}		180	300		180	300
Časování v módu astab. [1]:	R_A, R_B= 1 až 100 kΩ		1,0				
základní přesnost [%]	5 V < U_{DD} < 15 V		0,1	5,0		1,0	5,0
drift při změně U_{DD} [%/V]				3,0		0,1	3,0
drift s teplotou [ppm/°C]	(pouze orientačně)						
	U_{DD}= 5 V		50				50
	U_{DD}= 10 V		75				75
	U_{DD}= 15 V		100				100
Napětí prahu U_{TH} [×U_{DD}]	U_{DD}= 5 V	0,63	0,65	0,67	0,63	0,65	0,67
Spouštěcí napětí U_{TRIG} [×U_{DD}]	U_{DD}= 5 V	0,29	0,31	0,34	0,29	0,31	0,34
Spouštěcí proud I_{TRIG} [pA]	U_{DD}= U_{TRIG}= U_{MAX}		50			50	
	U_{DD}= U_{TRIG}= 5 V		10			10	
	U_{DD}=U_{TRIG}=U_{MIN}		1			1	
Proud prahu I_{TR} [pA]	U_{DD}= U_{TH}= U_{MAX}		50			50	
	U_{DD}= U_{TH}= 5 V		10			10	
	U_{DD}= U_{TH}= U_{MIN}		1			1	
Proud reset I_{RESET} [pA]	U_{DD}= U_{RESET}= U_{MAX}		100			100	
	U_{DD}= U_{RESET}= 5 V		20			20	
	U_{DD}=U_{RSEET}= U_{MIN}		2			2	
Napětí reset U_{RESET} [V]	U_{DD}= U_{MIN} a U_{MAX}	0,4	0,7	1	0,4	0,7	1
Řídicí napětí U_C [V]	U_{DD}= 5 V	0,62	0,65	0,67	0,62	0,65	0,67
Výstupní napětí U_{OL} [V]	U_{DD}= U_{MAX} , I_{SP}= 3,2 mA		0,1	0,4		0,1	0,4
	U_{DD}= 5 V, I_{SP}= 3,2 mA		0,2	0,4		0,2	0,4
Výstupní napětí U_{OH} [V]	U_{DD}= U_{MAX}, I_{ZDR}= 1 mA	15,25	15,7		17,25	17,8	
	U_{DD}= 5 V, I_{ZDR}= 1 mA	4,0	4,5		4,0	4,6	
Výst. napětí vybíjení U_{DIS} [V]	U_{DD}= 5 V, I_{DIS}= 10 mA		0,2	0,4		0,2	0,4
Doba náběhu výstupu t_R [ns]	R_L=10 MHz, C_L=10 pF, U_{DD}=5 V		45	75		45	75
Doba doběhu výstupu t_F [ns]			20	75		20	75
Max. kmitočet oscilátoru v astab. módu, f_{MAX} [kHz]		500			500		

[1] při astabilním časování se vychází ze vztahu $f = 1{,}38/(R_A + 2R_B)C$

pěťové úrovně, popř. se mohou na výstupu komparátoru objevit krátké impulsy, vznikající v okamžiku shody vstupního a referenčního napětí.

Klopné obvody jsou takové obvody, které po přivedení vstupního signálu určité velikosti přecházejí skokem z jednoho stabilního stavu do druhého stabilního stavu. Klopné obvody mohou být realizovány např. dvouvstupovým tranzistorovými zesilovači s kladnou zpětnou vazbou nebo s nelineárními prvky, které v určité části své voltampérové charakteristiky mají záporný odpor. Hlavními typy klopných obvodů jsou.:

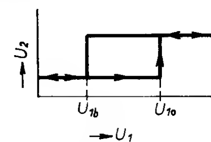
bistabilní klopný obvod - překlopí se z jednoho stavu do druhého obvykle přivedením externího signálu na jeden a potom na druhý vstup,

astabilní klopný obvod, zvaný též multivibrátor - má obvykle dvě kapacitní vazby, které umožňují samovolné překlápění obvodu z jednoho stavu do druhého bez pomocného spouštěcího signálu, jeho výstupní signál je periodický, pravoúhlého průběhu,

monostabilní klopný obvod - z bistabilního klopného obvodu se vytvoří vložením jedné kapacitní vazby (místo stejnosměrné), čímž se jeden z jeho stavů změní na nestabilní, výstupní signál má pravoúhlý průběh. Klopný obvod může být přinucen vykonat přechod ze svého stabilního stavu do kvazistabilního spouštěcím napětím, v kvazistabilním stavu ovšem setrvává pouze omezenou dobu,

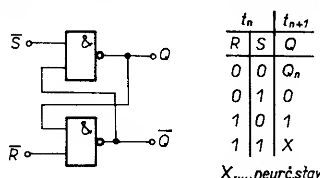
Schmittův klopný obvod - má obvykle jeden vstup, z jednoho stavu do druhého se překlápí při různých úrovních vstupního signálu, má tzv. hysterezní charakteristiku, může být realizován jako dvoustupňový zesilovač s emitorovou zpětnou vazbou.

Hystereze je obecně závislost nějakého fyzikálního stavu fyzikální soustavy na jejích předcházejících stavech, u elektrických obvodů jde o to, že se např. při určitém prahovém vstupním napětí U_{1a} (obr. 5) skokem zvětší výstupní napětí obvodu na určitou velikost U_2, při zmenšování vstupního napětí se však výstupní napětí U_2 nemění na původní úroveň při napětí U_{1a}, ale při úrovni druhého prahového napětí U_{1b} - typickým příkladem tohoto jevu je např. relé, u něhož je proud, při němž odpadne kotva, menší než proud, při němž kotva přitáhla. Tento jev je typický také pro Schmittovy klopné obvody.



Obr. 5. K výkladu pojmu hystereze

V číslicových obvodech se vyskytují další druhy klopných obvodů, obvody R-S, D, J-K, které se používají pro zpracování číslicových signálů. U integrovaného časovače 555 je použit *klopný obvod R-S*, jehož zapojení



t_n		t_{n+1}
R	S	Q
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	X

X.....neurč.stav

Obr. 6. Základní zapojení klopného obvodu R - S s hradly NAND a jeho pravdivostní tabulka (je-li $\bar{R}$ = 0, je R = 1, stejně tak S)

např. z dvouvstupových hradel NAND je na obr. 6 včetně pravdivostní tabulky. Jeden vstup jednoho z hradel tohoto klopného obvodu je vždy spojen s výstupem druhého hradla. Přivede-li se tedy na vstupy R, S úroveň L (0), zůstává stav na výstupu nezměněn. Je-li S = H (1), R = L (0), bude na výstupu $\bar{Q}$ (s pruhem) úroveň L a na Q = H. V pravdivostní tabulce X znamená neurčitý stav, jehož úroveň bude záviset na tom, který ze vstupních signálů na vstupech R, S dozní později (oba jsou H, tj. 1).

Vraťme se však k IO 555. Tento časovač obsahuje celkem 21 tranzistor, 4 diody a 15 rezistorů. Zcela vlevo na obr. 4 je jako součást vnitřní struktury IO napěťový dělič z rezistorů R (každý má odpor 5 kΩ), který je připojen jedním koncem na napájecí napětí U_{cc} a druhým na zem (vývod *1*). Dělič určuje referenční napětí pro komparátory K1 a K2 a to pro horní komparátor, K1, o úrovni 2/3 U_{cc} a pro dolní (K2) o úrovni 1/3 U_{cc} (tj. při napájecím napětí 15 V budou referenční napětí 10 a 5 V). Vstupní napětí pro horní komparátor se přivádí na invertující vstup komparátoru (+), vývod *6*, *práh* (threshold), vstupní napětí pro dolní komparátor na neinvertující vstup (-), vývod *2*, *spouštění* (trigger). Výstupy obou komparátorů řídí klopný obvod R-S, jehož výstupní signál ovládá výstupní obvody a vybíjecí tranzistor. Stav klopného obvodu lze ovládat i napětím na vstupu nulování (reset), vývod *4*.

Bude-li úroveň vstupního signálu větší než je prahové napětí komparátoru K1, bude klopný obvod R-S vynulován a na jeho výstupu se objeví úroveň H. Zmenší-li se vstupní napětí na úroveň menší, než je úroveň napětí spouštění komparátoru K2, klopný obvod R-S se překlopí a na jeho výstupu bude úroveň L.

Klopný obvod R-S slouží současně k potlačení případných zákmitů při činnosti komparátorů, které nepracují s hysterezí - jako vstupní signály lze tedy použít i signály s malými rychlostmi náběhu, v některých případech i s nedefinovatelnými průběhy, se šumem atd.

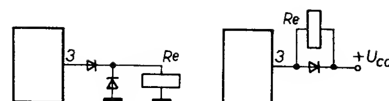
Nulovacím vstupem (reset) klopného obvodu R-S na vývodu *4* lze ovládat, jak bylo uvedeno, stav klopného obvodu. Při signálu L na vývodu *4* bude na výstupu klopného obvodu úroveň H a na výstupu časovače úroveň L. Aby nemohl vstup *4* reagovat na vnější rušivé impulsy, měl by být ošetřen tak, aby na něm bylo za běžných pracovních podmínek napětí alespoň 2/3 U_{cc}. Ovládání přes vstup reset má prioritu před všemi ostatními vstupy - pokud je na něm úroveň L, žádný vstupní signál stav obvodu nezmění (na výstupu zůstává úroveň L). V některých zapojeních se vývod *4* spojuje s vývodem *8*, $+U_{cc}$ (napájecím napětím), pak na činnost obvodu nemá žádný vliv. Skončí-li nulovací impuls na *4*, pak při úrovni L na vstupu *2* bude mít výstup *3* u většiny vyráběných obvodů typu 555 opět úroveň H.

Na obr. 4 je vidět, že za klopným obvodem R-S je zapojen jednak invertující výkonový stupeň v protitaktním zapojení, který dovoluje časovači buď přijmout (sink) nebo dodat (source) proud až 200 mA (vývod *3*, tj. lze ho zapojit jak proti zemi, tak proti $+U_{cc}$), jednak tzv. *vybíjecí tranzistor* s otevřeným kolektorem, jehož výstupní signál je soufázový se vstupním signálem (je-li mezi vývod kolektoru, tj. *7* a $+U_{cc}$ zapojen pracovní odpor; nejčastěji se v aplikacích objevuje rezistor s odporem kolem 1 kΩ, což při napájecím napětí 15 V znamená výkonovou ztrátu tranzistoru asi 60 mW). Zbytkový proud tranzistoru na vývodu *7* je při úrovni L menší než 100 nA (typicky 0,5 nA), tedy zcela zanedbatelný. Z uvedených údajů také vyplývá, proč musí být maximální odpor vnějšího časovacího rezistoru (viz dále) menší než 20 MΩ (100 nA.20 MΩ = 2 V), jedině tehdy totiž zůstanou zachována správná referenční napětí pro komparátory.

Jak je zřejmé ze zapojení výkonového stupně, nelze nikdy dosáhnout na výstupu úrovně shodné s napájecím napětím - např. pro napájecí napětí 15 V a proud 100 mA bude výstupní napětí úrovně H asi 13,3 V, při napájecím napětí 5 V a proudu 5 mA lze počítat s výstupním napětím (na vývodu 3) asi 3,3 V.

Výhodnější jsou poměry při úrovni L na výstupu. Pro U_{cc} = 5 V a proud 5 mA bude na výstupu *3* napětí řádu desítek mV až asi 350 mV, k výstupu lze tedy bez problémů připojit se zárukou až tři zátěže TTL.

Při zatížení výstupu *3* indukční zátěží (např. cívka relé) je třeba nejen zapojit paralelně k cívce relé diodu, jak je obvyklé (odstraňuje napětí, indukovaná v cívce, při prudkých změnách proudu), ale použít i další diodu podle obr. 7. Tato dioda, pólovaná v závěrném směru vzhledem k vnějšímu přilo-



Obr. 7. Zapojení diod při indukční zátěži na výstupu

ženému napětí, musí být schopna „vydržet" stejný proud, jaký teče v nejnepříznivějším případě indukční zátěží. Kromě jiného zabraňuje samovolnému startování časovače 555 např. v monostabilních klopných obvodech s relé, zapojeným proti zemi.

Druhý výstup (vývod *7*) je zapojen paralelně s prvním výstupem (vývod *3*). Je-li výstup na vývodu *3* na úrovni H, je „vybíjecí" tranzistor uzavřen (na vývodu *7* je úroveň H). Protože kolektor vybíjecího tranzistoru bývá zpravidla připojen ke vnějšímu časovacímu kondenzátoru, může se tedy tento kondenzátor nabíjet přes vnější časovací rezistor (viz dále). Je-li výstup na vývodu *3* na úrovni L, je na stejné úrovni i výstup na vývodu *7*.

Z popisu je zřejmé, že se časovač bez vnějších součástek chová jako komparátor s hysterezí (tudíž stejně jako Schmittův klopný obvod): Bude-li napětí na vstupu *6* (práh) větší než 2/3 U_{cc}, bude na vývodu *3* signál o úrovni L, zmenší-li se napětí na vstupu *2* (spouštění) pod 1/3 U_{cc}, bude na výstupu (vývod *3*) úroveň H. Vzhledem k tomu, že změna úrovní probíhá velmi rychle, je řádu několika desítek nanosekund, lze časovač přímo použít v zapojeních s logickými obvody jak TTL, tak CMOS.

K celkovému popisu časovače zbývá ještě popsat činnost vývodu *5*, řídicí napětí (control voltage). Na tento vývod je zapojen dolní konec horního rezistoru odporového děliče, je na něm proto za běžných podmínek napětí 2/3 U_{cc}. Zapojením vnějších součástek k tomuto vývodu lze tedy ovlivňovat velikost referenčních napětí pro oba komparátory. Nejčastěji se však na vývod *5* zapojuje kondenzátor (obvykle s kapacitou 10 nF), který zabraňuje tomu, aby bylo referenční napětí ovlivňováno cizími krátkými impulsy v napájecím napětí, stručně řečeno, zvětšuje se tím šumová imunita časovače vůči vf poruchám, které by mohly ovlivňovat velikost referenčních napětí a tím způsobovat časovací chybu. U verze CMOS časovače (7555) k tomuto vývodu není třeba kondenzátor zapojovat, „špičky" v napájecím napětí jsou mnohem menší, zanedbatelné.

Možnost měnit úrovně referenčního napětí otevírá neobvyklé možnosti nejrůznějších aplikací časovače - lze s ním konstruovat i např. napětím řízené oscilátory, pulsně šířkové modulátory, atd.

Na závěr ještě několik poznámek k citlivosti vstupů.

Vstupy komparátorů jsou velmi citlivé - to vyplývá i z údajů o proudu vý-

vodu spouštění (trigger), který je typicky -0,11 µA pro napájecí napětí 15 V a asi -70 nA pro 5 V (proud „vytéká“ z vývodu *2*, proto záporné znaménko). Citlivost vstupu *6*, práh, se pohybuje ve zhruba stejných mezích.

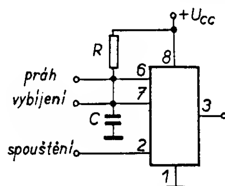
Základní druhy činnosti časovače 555

Časovač lze používat v principu ve třech základních módech činnosti:
jako *monostabilní obvod,*
jako *astabilni obvod,*
jako *„time delay“*“ (k časovému zpoždění), *časovač.*

Všechny uvedené základní módy činnosti mají velmi mnoho nejrůznějších variant a různě se i prolínají. To právě umožnilo vznik obrovského množství aplikací časovače.

Monostabilní mód činnosti

Tento mód činnosti časovače 555 je nejjednodušší a také nejrozšířenější (v ang. mód „one-shot“). Základní zapojení integrovaného obvodu v monostabilním módu je na obr. 8. Zapo-



Obr. 8. Základní zapojení 555 jako monostabilního klopného obvodu

jení vyžaduje pro činnost pouze dvě vnější částky, rezistor R a kondenzátor C. Činnost obvodu začíná, objeví-li se na vstupu spouštěcího komparátoru napětí menší než 1/3 napájecího napětí. V praktických obvodech se odvykle používá ke spouštění krátký „záporný“ impuls. Sestupná hrana impulsu (týl) uvede obvod do činnosti, na výstupu bude úroveň H a vybíjející tranzistor se uvede do nevodivého stavu. V této souvislosti je třeba si připomenout, že vybíjející tranzistor je před příchodem spouštěcího napětí (impulsu) otevřen, čímž je časovací kondenzátor C přes jeho přechod kolektor-emitor připojen oběma póly na zem, tedy zcela vybit.

Po příchodu spouštěcího impulsu se začíná kondenzátor nabíjet přes vnější časovací rezistor R, napětí na něm se zvětšuje exponenciálně a to s časovou konstantou $T = RC$. Zanedbá-li se svodový proud kondenzátoru, dosáhne napětí na kondenzátoru 2/3 napájecího napětí za dobu

$$T = 1,1\ RC \quad [s; \Omega, F].$$

Tato úroveň napětí uvede do činnosti prahový komparátor, čehož výsledkem bude změna úrovně na výstupu *3* na L a změna stavu vybíjejícího tranzistoru - tranzistor bude uveden do vodivého stavu a náboj kondenzátoru se velmi rychle vybije přes jeho přechod na zem. Tím integrovaný obvod skončí svůj pracovní cyklus a čeká na další spouštěcí impuls.

Astabilní mód činnosti

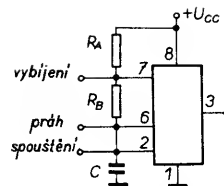
V astabilním módu činnosti (angl. free-run) přibude (vzhledem k módu monostabilnímu) jeden rezistor navíc (v obr. 9 rezistor R_B). Činnost obvodu v tomto případě spouští prahový komparátor. Po zapnutí napájecího napětí je časovací kondenzátor vybit, na spouštěcím vstupu *2* je tedy úroveň L. To uvede časovač do činnosti a časovací kondenzátor se začne nabíjet přes oba vnější rezistory, R_A a R_B. Dosáhne-li napětí na kondenzátoru 2/3 U_{cc} (referenční napětí prahového komparátoru), úroveň výstupního signálu se změní na L a otevře se vybíjecí tranzistor, náboj kondenzátoru se rychle vybíjí „do země“ přes rezistor R_B. Zmenší-li se vybíjením napětí na kondenzátoru na velikost 1/3 U_{cc}, spouštěcí komparátor se „překlopí“ a samočinně se celé zapojení uvede znovu do činnosti od počátku pracovního cyklu. Vznikl proto oscilátor, jehož výstupní signál je pravoúhlý a má kmitočet

$$f = \frac{1,49}{(R_A + 2R_B)C} \ .$$

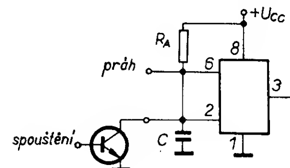
Volbou odporu rezistorů R_A a R_B lze měnit snadno činitele plnění výstupního signálu podle potřeby od 99 do 51 %. Pro získání menších činitelů plnění byla vyvinuta různá zapojení, některá jsou uvedena v příkladech zapojení. Nejjednoduseji lze činitele plnění menší než 50 % získat paralelním zapojením diody k rezistoru R_B (katodou směrem k časovacímu kondenzátoru). Žádoucí je současně použít další diodu (není to však nezbytné) v sérii s R_B, anodou směrem k časovacímu kondenzátoru. Nyní vede „dráha” pro nabíjení kondenzátoru přes rezistor R_A a paralelní diodu ke C, pro vybíjení kondenzátoru přes sériovou diodu, rezistor R_B k vybíjejícímu tranzistoru. Při tomto zapojení lze získat činitele plnění výstupních impulsů od 95 do 5 %. Pro praktické zapojení je třeba podotknout, že rezistor R_B musí být pro správnou činnost obvodu větší než asi 3 kΩ (jedině tak je zajištěn vznik oscilací). Nevýhodou zapojení je větší závislost kmitočtů na teplotě, způsobená použitím diody.

555 v módu „časovače“

V třetím základním módu činnosti, jako „time delay“ (obr. 10) se zapojení IO poněkud liší např. od zapojení monostabilního KO. Bylo-li v monostabilním módu použito spouštěcí napětí, byla bezprostředně poté na výstupu úroveň H a po nabití časovacího kondenzátoru se výstup opět vrátil na původní úroveň, tj. L. V módu činnosti jako časovač je třeba, aby se stejná výstupní úroveň udržela na výstupu podle potřeby, podle požadavků.



Obr. 9. Základní zapojení 555 jako astabilního klopného obvodu



Obr. 10. Základní zapojení 555 jako „time delay“, časovače, zpožďovacího obvodu

Vstupy *práh* a *spouštění* jsou proto spojeny a monitorují napětí na časovacím kondenzátoru. Vstup „vybíjení“ se nepoužívá. Časovací činnost obvodu začíná v tom okamžiku, kdy je vnější tranzistor uveden do vodivého stavu, což udržuje časovací kondenzátor ve „vybitém“ stavu. Spouštěcí signál má uroveň L, proto je na výstupu časovače úroveň H. Uvede-li se vnější tranzistor do nevodivého stavu, začíná nabíjecí cyklus časovacího kondenzátoru. Dosáhne-li napětí kondenzátoru úrovně prahového napětí, pouze tehdy se změní stav výstupu z běžného stavu H na úroveň L. Výstupní úroveň L zůstane na vývodu *3* do té doby, než bude vnější tranzistor uveden do vodivého stavu.

Základní podmínky k činnosti časovače 555 ve všech módech

Obvod pracuje spolehlivě v celém rozsahu povolených napájecích napětí, tj. od 4,5 V do 15 V, 16 V je třeba považovat za absolutní maximum napájecího napětí. Některé kusy časovačů mohou pracovat již při napětí menším než 3 V, není to však pravidlem. Časovací interval jen málo závisí na velikosti napájecího napětí, pokud jsou napětí na komparátorech proporcionální napájecímu napětí (1/3 a 2/3 U_{cc}). Chceme-li se vyvarovat jakýchkoli chyb či nepřesností při časování, je třeba, aby napájecí napětí bylo velmi dobře vyhlazené. Díky konstrukci výkonového zesilovače (tzv. totem-pole) mohou vznikat při jeho činnosti značné velmi krátké proudové špičky v napájecím napětí. K odstranění tohoto jevu lze používat blokovací kondenzátor a to mezi přívodem napájecího napětí a zemí, umístěný co nejblíže vývodů *1* a *8* IO. Kapacita kondenzátoru bude vždy záviset na aplikaci, na zapojení, nejčastěji vyhoví kondenzátory s kapacitou 10 nF až 10

μF. Znovu je však třeba připomenout, že kondenzátor musí být umístěn „fyzicky“ co nejblíže pouzdra IO.

K výběru vnějších součástek

Pro výběr časovacích rezistorů a kondenzátorů platí:

Dosáhnout velké přesnosti časování lze pouze se stabilními a kvalitními součástkami časovacích článků *RC*. Rezistory by měly být typy s kovovou vrstvou a s odpovídající tolerancí odporu. Je si třeba uvědomit, že přesnost časování samotného IO je lepší než 1 %, proto lze očekávat u různých kusů časovače reprodukovatelnost časovacích intervalů (se shodným členem *RC*) do 1 %. Tolerance odporů běžných rezistorů se pohybuje od 5 do 20 %, lze ovšem koupit rezistory s tolerancí 0,01 %, takové druhy jsou však velmi drahé. Kondenzátory pak mají běžně toleranci od 10 do 50 %, horní hranice tolerance se vyskytuje většinou u elektrolytických kondenzátorů. U těch zapojení, u nichž se vyžaduje co nejpřesnější časování, je tedy třeba volit do článků *RC* odpovídající součástky. U rezistorů je to jednoduché, vždy je možné dát do série s pevným jakostním rezistorem s co největším odporem jakostní odporový trimr s co nejmenším odporem, jímž pak lze požadované časování nastavit co nejpřesněji.

Poněkud jiná je situace u časovacích kondenzátorů - používat v článcích *RC* keramické či běžné elektrolytické kondenzátory je zcela nevhodné pro jejich základní vlastnosti:

- keramické diskové kondenzátory velkých kapacit nemají dostatečně stabilní kapacitu a elektrolytické kondenzátory mají obvykle velké svodové proudy, ani jedny ani druhé se tedy do časovacích obvodů nehodí.

Vhodné jsou typy slídové, polyesterové, polykarbonové (angl. mica, polystyrene, polycarbonate) a z elektrolytických pouze tantalové.

Časovač 555 má sám o sobě malý záporný teplotní součinitel, je-li tedy potřeba zabezpečit jeho stabilní časování s ohledem na teplotu, je třeba vybírat vnější součástky tak, aby měly malý kladný teplotní součinitel.

K návrhu členů časovacích článků RC: minimální potřebný proud k buzení prahového komparátoru je asi 0,25 μA. Při výpočtu maximálního odporu časovacího kondenzátoru je si třeba uvědomit, že ve chvíli, kdy je tento proud potřebný, je na vstupu „práh“ napětí U_6 = 2/3 U_{cc}. Maximální odpor časovacího rezistoru lze vypočítat ze vztahu

$$R_{MAX} = \frac{U_{CC} - U_{kond.}}{I_6}$$

pro napájecí napětí U_{CC} = 15 V je

$$R_{MAX} = \frac{15 - 10}{0{,}25.10^{-6}} = 20\ M\Omega,$$

pro napájecí napětí U_{CC} = 5 V je

$$R_{MAX} = \frac{5 - 3{,}33}{0{,}26.10^{-6}} = 6{,}6\ M\Omega.$$

Vzhledem k zabezpečení optimální činnosti 555 se v praxi volí členy *RC* s rezistorem o odporu v mezích 5 kΩ až 1 MΩ a s kondenzátorem o kapacitě v mezích 1nF až 10 μF. Při menších nárocích na přesnost lze používat kondenzátory s kapacitami i desetkrát menšími (spodní mez) či většími (horní mez). Minimální většinou používaná perioda výstupních impulsů je asi 1,5 až 2 μs (500 kHz). Používají-li se časovací rezistory se zvláště velkým odporem, je třeba zaručit co nejmenší svodový proud časovacích kondenzátorů, v každém případě menší, než je nabíjecí proud kondenzátoru, aby se minimalizovala časová chyba. Pokud jde o spodní mez odporu časovacích rezistorů, je třeba vzít v úvahu, že proud vybíjecím tranzistorem by měl být menší než asi 35 až 55 mA.

Jednou složkou tohoto proudu je konstantní proud časovacím rezistorem R_A a druhou měnící se vybíjecí proud časovacího kondenzátoru. Aby byla zabezpečena optimální činnost obvodu, měl by být proud přes R_A co nejmenší, aby mohl být co největší vybíjející proud kondenzátoru. Proto se doporučuje pro rezistor R_A jako nejmenší odpor asi 5 kΩ.

Výběr součástek se musí řídit i skutečností, že odběr proudu ze zdroje se zvětšuje se zvyšujícím se kmitočtem oscilací. To má za následek zvětšování ztráty obvodu - ta by však neměla být větší než 600 mW. S tím souvisí i „ošetření“ napájecího napětí - podle odběru proudu by napájecí napětí mělo být blokováno proti zemi jednak elektrolytickým kondenzátorem s kapacitou asi 1 až 10 μF, jednak keramickým kondenzátorem s kapacitou asi 10 nF.

Další poznámky k aplikaci 555

O úloze vstupu „řídicí napětí“ jsme již pojednali - je na něm napětí 2/3 U_{cc} a většinou se používá pro připojení kondenzátoru s malou kapacitou proti zemi k filtraci referenčních napětí komparátorů. Je-li třeba změnit úroveň referenčních napětí, danou vnitřními rezistory 5 kΩ, lze vnějšími součástkami, připojenými k tomuto vývodu, měnit úroveň prahového napětí komparátoru K1 jak pod, tak nad úroveň 1/3 U_{cc}, u monostabilního obvodu např. v mezích 45 až 90 % U_{cc}. V oscilátorových zapojeních 555 (free-run) se může řídicí napětí pohybovat v mezích 1,7 V až U_{cc}.

Pokud jde o nulovací vstup, reset, uvedli jsme, že má nadřazenou úlohu vůči všem ostatním vstupům. Je-li spojen se zemí, je výstup IO na úrovni L, klopný obvod R-S je ve stavu „reset“ (vynulován), časovací kondenzátor je vybit. V astabilním módu činnosti (oscilátor) může být nulovací vstup použit k hradlování oscilátoru, v monostabilním módu činnosti lze jím např. přerušovat časovací sekvenci nebo zavést tzv. stav stand-by, tj. zapojení nepracuje, i když je přítomno napájecí napětí. K ovládání tohoto vstupu se používá napětí v mezích od 0 až U_{cc}, přičemž prahová úroveň je 0,4 až 1 V.

Nepoužívá-li se vývod *4* (reset), měl by být spojen s kladným pólem napájecího napětí.

Pro spolehlivé spouštění sestupnou hranou impulsů by měl být na vstupu *2* zapojen diferenční člen proti kladné napájecí větvi a to s rezistorem asi 10 až 50 kΩ a s kondenzátorem s kapacitou 100 pF až 10 nF.

Otázky a odpovědi

V poznámkách k aplikacím časovače 555 firmy Signetics (firemní materiál) jsou uvedeny i nejčastější dotazy na problémy, které se při používání časovače vyskytly - protože nejsou bez zajímavosti, uvádím jejich stručný překlad:

1. *V módu oscilátoru (free-run), je-li použit vstup „nulování“ (reset), je vždy první časová konstanta výstupního signálu dvojnásobná. Proč?*

V módu oscilátoru se napětí na časovacím kondenzátoru mění mezi 1/3 až 2/3 U_{cc}. Je-li použit vstup nulování, kondenzátor je zcela vybit, takže se začíná nabíjet nikoli od určitého napětí, ale od nulového potenciálu do napětí 2/3 U_{cc}, čímž se také prodlužuje první časová konstanta.

2. *Jaký je maximální kmitočet oscilací?*

Maximální možný kmitočet oscilací je 1 MHz. V zájmu dobré kmitočtové stability s ohledem na teplotní závislost se však doporučuje využít IO pouze do kmitočtu 500 kHz (odběr proudu se zvyšujícím se kmitočtem zvětšuje).

3. *Co je to teplotní drift IO v módu oscilátoru?*

Teplotní závislost vlastní 555 je taková, že v módu oscilátoru je asi třikrát větší, než např. v monostabilním módu díky přidání druhého napěťového komparátoru. Kmitočet se vždy s teplotou zvyšuje, proto je u oscilátorů vhodné používat vnější součástky s takovým teplotním součinitelem, který by teplotní drift IO vyrovnával.

4. *Oscilátor vykazuje na základním průběhu výstupního napětí rušivé zákmity. Proč?*

Časovač může „divoce“ oscilovat díky zpětné vazbě přes zdroj, která je výsledkem nedostatečné či nevhodné filtrace napájecího napětí (či nevhodně umístěných filtračních členů).

5. *Pokoušel jsem se budit relé výstupem z 555. Časovač však zůstává „viset“, pracuje nepravidelně. Proč?*

Jev je důsledkem indukční zpětné vazby. Paralelně k cívce relé je třeba použít diodu a použít i další diodu v sérii s cívkou relé, která zabezpečí, že se na vstup *3* nedostanou impulsy s úrovní menší než 0,6 V (popř. „záporné" impulsy).

6. *Používám jako zátěž pro 555 obvody TTL. Někdy se stane, že obvody TTL jsou spouštěny místo jednou dvakrát. Proč?*

Jev má několik příčin - díky struktuře výstupního zesilovače 555 mají výstupní impulsy takové vlastnosti (např. přechodové zkreslení), že mohou spuštět logické obvody TTL dvakrát po sobě. Náprava je jednoduchá - z výstupu *3* stačí zapojit k zemi kondenzátor s kapacitou asi 1000 pF.

7. *Jaký nejdelší čas mohu získat s časovačem 555?*

Běžně jsou dosažitelné časy řádu hodin. Zapojení takových časovačů s jedním IO 555 není však praktické, neboť vyžadují kondenzátory s velkými kapacitami a ty mají vždy i velké svodové proudy a jakostní druhy jsou velmi drahé. Pro tyto účely je výhodné použít dvojitý časovač 555 s kondenzátory úměrně menších kapacit. Bez větších nároků na součástky lze získat časy v rozmezí 20 až 30 minut.

8. *Mohu použít na místě 555 v zapojení CMOS (7555) bez úprav?*

Srovnáním tabulek maximálních a provozních parametrů a ze zapojení patic lze usuzovat na možnost záměny obou typů časovačů - podívejme se na tento problém poněkud podrobněji.

Pokud jde o napájecí napětí, je vše v pořádku, obsolutní hranice je u obou druhů shodná. Pokud jde o vstupní napětí, je bezpodmínečně třeba zachovat základní zásadu, platnou i u jiných obvodů CMOS: vstupní napětí nesmí být v žádném případě větší než U_{DD} + 0,3 V, tedy napájecí napětí plus 0,3 V, nepřípustná jsou i vstupní napětí „zápornější" než -0,3 V (vztaženo k vývodu 1). Především v případě mezních vstupních napětí je u verze CMOS vždy třeba zajistit, že vstupní napětí budou přivedena na vývody IO až po připojení napájecího napětí, stejné pravidlo je třeba ctít při vypínání obvodu - nejprve vypnout vstupní napětí a teprve potom vypnout napětí napájecí. Není ovšem na škodu (spíše naopak) zajistit uvedený pracovní režim u obvodů CMOS vždy.

Pokud jde o zatížení vývodu *7* (vybíjení), je možnost získat při úrovni H proud max. asi 10 mA (na rozdíl od úrovně L, kdy je to až 100 mA). Vývod 7 lze tedy zatěžovat maximálně např. dvěma standardními zátěžemi TTL. Změna proti 555 je i tom, že díky konstrukci „výkonového" koncového stupně lze na výstupu získat napětí od 0 do plného napájecího napětí, tedy $+U_{DD}$. To má v praxi zajímavý důsledek - protože se v koncovém stupni nevyskytují žádná „zbytková" napětí, je možno při nezatíženém výstupu *3* získat na výstupu *7* (vybíjení) v astabilním

Tab. 4. Pravdivostní tabulka IO ICM7555

Relativní prahové napětí, U_{TH}/U_{DD}	Relativní spouštěcí napětí, U_{TRIG}/U_{DD}	Nulování (reset), vývod *4*	Výstup, vývod *3*	Výstup vybíjení, vývod *7*
X	X	L	L	tranz. vede
>2/3	>1/3	H	L	vede
$1/3<U_{TH}/U_{DD}<2/3$	$1/3<U_{TRIG}/U_{DD}<2/3$	H	nezm.	nezm.
X	<1/3	H	H	nevede

X ... libovolné

módu činnosti (multivibrátor) to, co se jen nesnadno získává u bipolárních 555, tj. výstupní signál s poměrem signál - mezera 1 : 1. Zapojení je velmi jednoduché - časovací rezistor vede z vývodu *3* na spojené vstupy *2* a *6*, k nimž je též připojen (a na zem) časovací kondenzátor. Signál se odebírá z vývodu *7*, který je s $+U_{DD}$ spojen přes rezistor s odporem větším než asi 10 kΩ, ten zabezpečuje úroveň H na výstupu, je-li vybíjecí tranzistor v nevodivém stavu. Vývody *4* a *5* jsou spojeny.

Podstatně menší jsou u 7555 napájecí proudy a navíc velmi málo závisí na velikosti napájecího napětí (kolem 100 μA oproti až 10 mA u 555).

Při použití 7555 je také vhodné si uvědomit, že odpor rezistorů vstupního odporového děliče je 20x větší než u bipolárních 555. Doporučuje se všechny nepoužité vývody 7555 (zcela zásadně, s výjimkou vývodu *5*) spojit s určitým napětím, které by zaručovalo, že obvod bude správně pracovat (vývody *2* a *4* např. s $+U_{DD}$, vývod *6* s napětím blízkým zemnímu potenciálu, tj. např. se zemí přes rezistor s odporem např. asi 100 kΩ). Pokud jde o vstupy a jejich důležitost, je na prvním místě vstup reset (*4*), na druhém spouštění (*2*) a na posledním práh (*6*). Pro lepší představu o činnosti je v tab. 4 pravdivostní tabulka 7555. Proto pozor, v zapojeních, v nichž je vstup *2* IO pevně spojen se zemí, bipolární 555 zaměnit za typ CMOS nelze.

V převážné většině zapojení, uvedených v další části tohoto čísla AR řady B (s příklady použití časovačů), však přímá náhrada 555 za 7555 možná je při dodržení uvedených zásad.

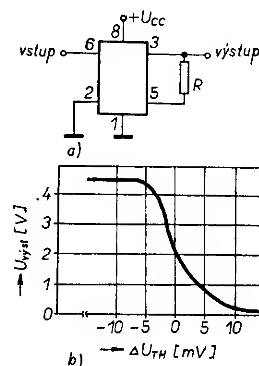
● ● ●

Ještě dříve, než si uvedeme popis praktických zapojení, zbývá zmínit se alespoň stručně o několika neobvyklých, méně používaných obvodech s časovačem 555, a to takových, v nichž čas nehraje žádnou roli - jde především o zapojení 555 jako komparátoru a hradla.

555 jako komparátor

I když nebyl IO 555 původně k tomuto účelu určen, lze ho použít jako spínač prahového napětí - komparátor. Při této aplikaci je zapojen tak, že vstup *2*, spouštění, je spojen se zemí a jako vstup pro prahová napětí slouží pouze vývod *6* (obr. 11). Na vstupu *4* (reset) IO je úroveň H.

Na vstupu komparátoru (vývod *6*) je napětí 2/3 U_{cc} - velikost tohoto napětí lze podle potřeby měnit volbou zapojení vstupu *5* (řídicí napětí). Komparátor obecně pracuje takto: Je-li na vstupu *6* napětí menší než je řídicí napětí, je na jeho výstupu úroveň H. Zvětší-li se napětí na vstupu *6* nad úroveň řídicího napětí, úroveň výstupního napětí se změní na L. Tvar výstupního

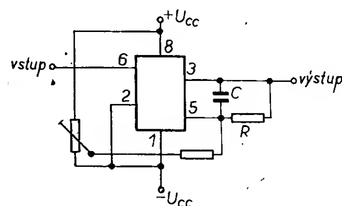


Obr. 11. 555 jako komparátor, na odporu rezistoru R závisí hystereze (a), závislost výstupního napětí na změně vstupního napětí pro komparátor bez hystereze

signálu komparátoru podle obr. 11 bez hystereze je na obr. 11b, bude-li mít rezistor R (jímž lze hysterezi zavést) odpor 1 MΩ, bude hystereze řádu desítek mV.

Komparátor s 555 invertuje vstupní napětí (je buzen do invertujícího vstupu). Změnou řídicího napětí lze jako prahové použít napětí v rozsahu asi +1,5 až -0,5 V.

Zajímavá je také možnost napájet komparátor souměrným napětím (max. ±7,5 V). Pak zapojení na obr. 12 může mít (vypustí-li se odporový trimr)

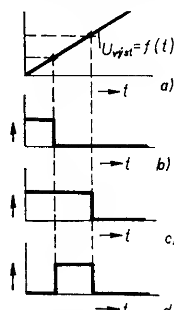


Obr. 12. Komparátor se souměrným napájením a s nastavitelným středem souměrných výstupních impulsů (lze volit i 0 V)

souměrný výstupní signál až o téměř $\pm U_{cc}$ (střed souměrnosti 0 V).

Kondenzátor C slouží v zapojení k odstranění zákmitů při přepínání výstupních úrovní.

Ze tří 555, zapojených jako komparátory, lze konstruovat např. i tzv. okénkový diskriminátor, jehož vstupní napětí U_{vst} podle obr. 13a vyvolá na výstupech jednotlivých IO 555 průběhy podle obr. 13b, c, výstupní signál celého obvodu má tvar podle obr. 13d.



Obr. 13. Závislost výstupního napětí na vstupním u okénkového diskrimininátoru

555 jako „hradlo"

Jako obvod s logickou funkcí lze IO 555 použít všude tam, kde se vyžadují malé vstupní proudy (menší než u logiky TTL) nebo tam, kde potřebujeme výstupem obvodu s logickou funkcí budit zátěž s relativně velkým proudem (diody LED, relé apod.). Vstupní úrovně sice neodpovídají úrovním logických obvodů TTL, vnějšími součástkami lze však změnit řídicí napětí asi na 2 V - pak vstupní úrovně „hradel" s IO 555 jsou velmi blízké úrovním TTL. Pokud jde o výstup, je při napájecím napětí 5 V s logickými obvody TTL kompatibilní, navíc výstup 555 umožňuje připojit až 40 (50) standardních zátěží TTL (tj. vstupů např. hradel).

Na obr. 14 jsou základní možná zapojení 555. Při aplikacích:

1. je na výstupech 555 vždy L, je-li L na vývodu *4*,
2. je na výstupech 555 úroveň H, přijde-li na vývod *2* úroveň L, je-li přitom na *6* L a na *4* H,
3. je na výstupech 555 L, přijde-li na vývod *6* H a je-li přitom H na vývodech *2* a *4*,
4. je-li H na vývodu *6*, bude na výstupu signál negován, je-li přitom na vývodu *2* L a na vývodu *4* H.

Jak tedy pracuje např. invertor na obr. 14a? Jde o zapojení, kompatibilní s logikou CMOS. Na vstup spouštění přichází logický signál U_{vst}, zatímco vstupy „práh" a „nastavení" jsou připojeny na napájecí napětí $+U_{cc}$. Přejde-li signál logické proměnné U_{vst} na úroveň L, která je menší než 1/3 napájecího napětí, pak se klopný obvod překlopí a na výstupu bude úroveň H. Změní-li se vstupní logický signál na H (tj. bude větší než 1/3 U_{cc}), klopný obvod se překlopí do svého původního stavu, neboť napětí na vstupu *6* („práh") bude větší než 2/3 U_{cc}. Je tedy zřejmé, že výstupní signál je inverzí signálu vstupního.

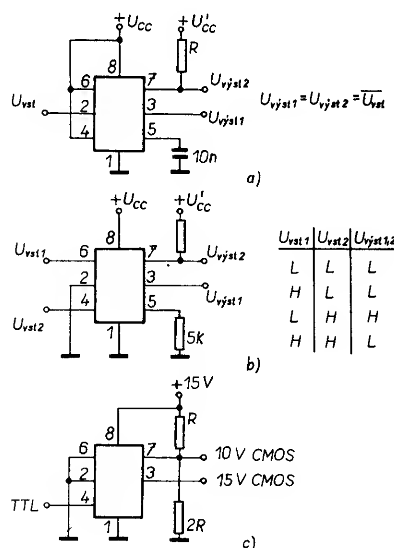
Tab. 5. Parametry Schmittova klopného obvodu v zapojení podle obr. 15b

Řídicí napětí [V]	6,64	5	4	3	2	1,64
Horní mez překlopení [V]	6,64	5	4	3	2	1,64
Dolní mez překlopení [V]	3,48	2,6	2,14	1,64	1,11	0,9
Hystereze [V]	3,16	2,4	1,86	1,36	0,89	0,74

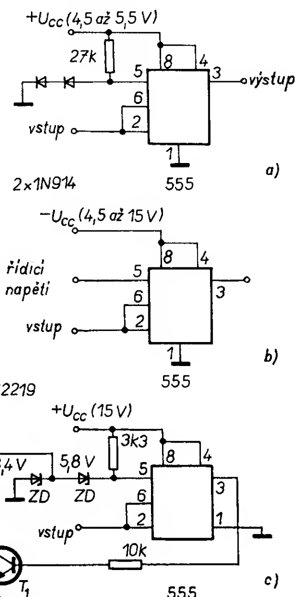
555 jako Schmittův klopný obvod

Dalším typem obvodu, pro který nebyl IO 555 původně vůbec určen, je Schmittův klopný obvod. Velmi jednoduché zapojení tohoto typu klopného obvodu je na obr. 15a - vývod *5* (řídicí napětí) je připojen ke zdroji napětí asi 1,3 až 1,4 V, tvořenému dvěma křemíkovými diodami v sérii a zapojenými v propustném směru. Vývody *2* a *6* IO jsou spojeny a tvoří vstup klopného obvodu. Předpokládejme, že na výstupu KO je úroveň H a že se vstupní napětí začíná zvětšovat od nuly. V rozmezí 0 až 1,3 (1,4) V stav obvodu zůstává stále stejný, po překročení této meze obvod překlopí a úroveň výstupního napětí se změní na L. A naopak - bude-li se vstupní signál opět zmenšovat a dosáhne-li asi 0,7 V, změní se úroveň na výstupu Schmittova klopného obvodu opět na H. Hystereze obvodu je tedy asi 0,65 V.

Další možná zapojení Schmittova klopného obvodu jsou na obr. 15b a c. Zapojení na obr. 15b vychází ze zapojení na obr. 15a s tím rozdílem, že je možné nastavit řídicí napětí podle potřeby. V tab. 5 jsou pro toto zapojení uvedeny horní i dolní mez vstupního napětí pro překlopení KO v závislosti na velikosti řídicího napětí. Jak je zřejmé, dolní mez je zhruba polovinou řídicího napětí.



Obr. 14. 555 jako a) invertor, b) „hradlo" se dvěma logickými vstupy, c) měnič úrovní TTL na CMOS (pro napájecí napětí 15 a 10 V)



Obr. 15. Schmittův klopný obvod s IO 555

Třetí varianta Schmittova klopného obvodu je na obr. 15c. Obvod má proměnnou hysterezi. Je-li vstupní napětí nulové, je na výstupu obvodu úroveň H. Tranzistor je otevřen, vede. Řídicí napětí a současně horní mez překlopení se pak rovná $U_{CEsat} + U_{ZD1}$, kde U_{CEsat} je saturační napětí tranzistoru a U_{ZD1} Zenerovo napětí Zenerovy diody ZD1. Bude-li se nyní vstupní napětí zvětšovat, klopný obvod se po dosažení horní meze překlápění překlopí, na výstupu bude úroveň L a tranzistor se uzavře. Řídicí napětí na vývodu *5* je nyní rovno součtu Zenerových napětí obou Zenerových diod, takže dolní mez překlopení bude zhruba $(U_{ZD1} + U_{ZD2}) / 2$.

Různých překlápěcích napětí lze tedy snadno dosáhnout volbou Zenerových napětí použitých diod. Pro konkrétní součástky na obr. 15c jsou překlápěcí napětí 4,7 a 5,8 V.

555 v bistabilním módu

Tímto posledním módem činnosti jsou vyčerpána „nečasová" použití časovače 555. Pro bistabilní činnost může být IO zapojen podle obr. 16.

Obr. 16. IO 555 v bistabilním módu činnosti a jeho pravdivostní tabulka

Pravdivostní tabulka platí pro většinu obvodů, vyráběných velkými světovými výrobci, ne však pro všechny, výrobky některých výrobců se v některých vlastnostech mohou odlišovat (jsou např. spouštěny jinou hranou impulsu - čelem nebo týlem - než ostatní).

Tabulku je třeba interpretovat asi takto (viz např. poslední řádek): Vstupní impuls na vývodu *6* se objeví invertován na výstupech, bude-li současně na vývodu *4* úroveň H a na vývodu *2* úroveň L.

Nomogramy pro 555

Pro volbu časovacích rezistorů a kondenzátorů slouží u jednotlivých druhů zapojení IO 555 celkem jednoduché vztahy - k rychlému orientačnímu návrhu však mnohem lépe poslouží monogramy, a nejen k návrhu, ale i ke zjištění, jaký kmitočet či periodu má výstupní signál pro dané (použité) časovací součástky. Navíc není třeba složitě přepočítávat dílčí jednotky (pF, nF, µF atd.) na základní jednotky, pro něž jsou vždy vztahy uvedeny.

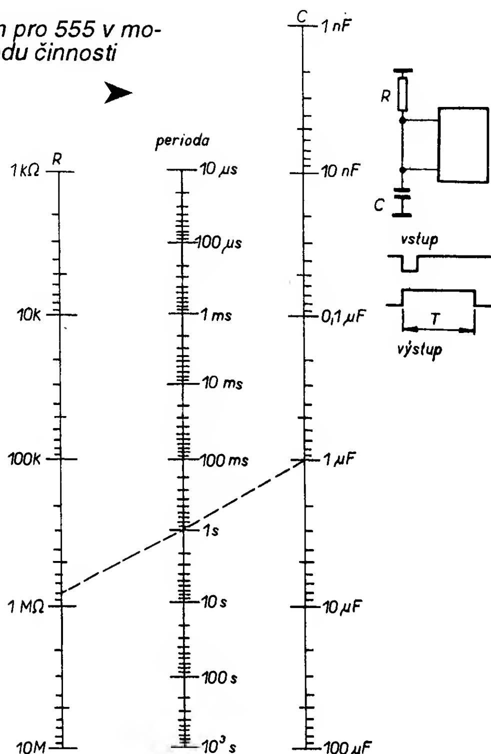
První z nomogramů je na obr. 17, slouží pro zapojení 555 v monostabilním módu k určení jedné ze tří veličin, jsou-li další dvě známé.

Na obrázku je čárkovaně vyznačen příklad použití: předpokládejme, že máme k dispozici časovací kondenzátor s kapacitou 1 µF a chceme získat výstupní signál s periodou 1 sekunda. Na stupnici pro C proto najdeme bod, odpovídající kapacitě 1 µF a z něho vedeme spojnici s bodem 1 s na střední stupnici, na levé stupnici (pro odpor časovacího rezistoru) spojnice prochází v blízkosti bodu, odpovídajícímu odporu většímu než 800 kΩ. V praxi tedy zvolíme nejbližší odpor z vyráběné řady, tj. 820 kΩ.

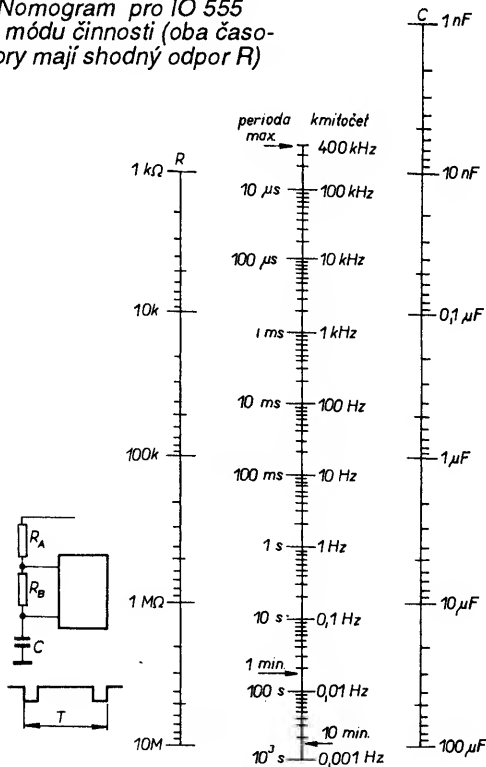
Další nomogram je na obr. 18. Slouží k určení časovacích součástek pro jeden ze tří možných druhů výstupních signálů při zapojení IO 555 v astabilním módu činnosti - pro případ, jsou-li oba časovací rezistory R_A a R_B shodné a tedy pro výstupní signál s poměrem impuls-mezera 2:1. Jak je z nomogramu zřejmé, lze snadno zjistit, že např. pro rezistor 50 kΩ a kondenzátor 100 nF dostaneme kmitočet výstupního signálu 100 Hz (perioda 10 ms).

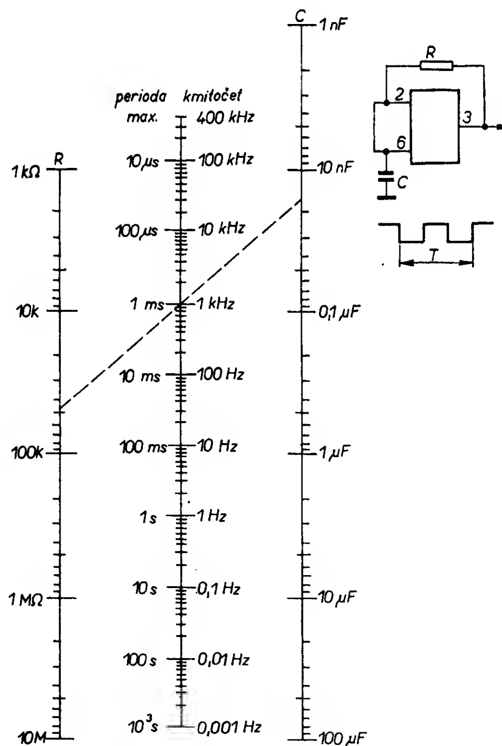
Ke zjištění odporu a kapacity součástek pro výstupní signál s poměrem impuls-mezera 1:1 slouží obr. 19. Výstupní signál o kmitočtu 1 kHz lze podle nomogramu získat zapojením rezistoru s odporem 4,7 kΩ a kondenzátoru s kapacitou 150 nF.

Obr. 17. Nomogram pro 555 v monostabilním módu činnosti



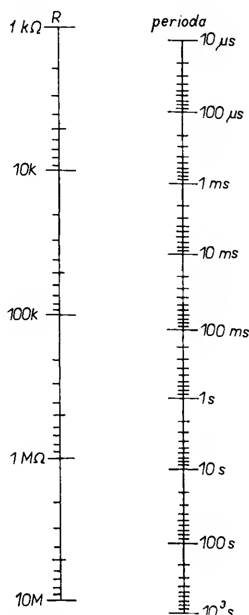
Obr. 18. Nomogram pro IO 555 v astabilním módu činnosti (oba časovací rezistory mají shodný odpor R)

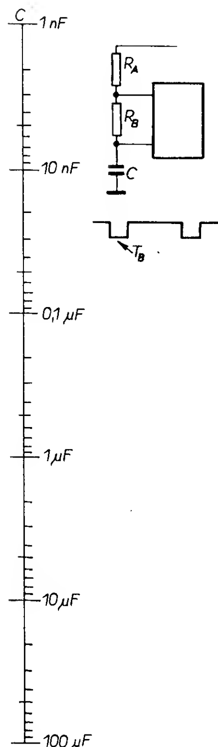




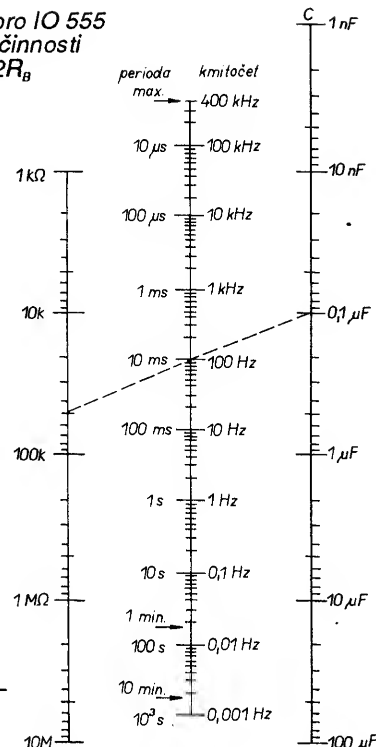
Obr. 19. Nomogram pro IO 555 v astabilním módu činnosti pro shodný poměr šířka impulsu - mezera

Obr. 20. Nomogram pro IO 555 v astabilním módu činnosti pro návrh odporu časovacího rezistoru R_B pro dlouhé časy. Pro požadovaný tvar výstupního signálu použij obr. 21





Obr. 21. Nomogram pro IO 555 v astabilním módu činnosti k určení $R_A + 2R_B$



K získání požadovaného tvaru výstupního signálu slouží nomogramy na obr. 20 a 21. Vycházejí ze základních vztahů pro astabilní klopný obvod

$T_A = 0,7\ (R_A + R_B)\ .\ C$ (výstupní úroveň H),

$T_B = 0,7\ R_B\ .\ C$ (výstupní úroveň L),

celková perioda

$T = T_A + T_B = 0,7(R_A + 2R_B)\ .\ C.$

Nomogram k určení R_B a C je na obr. 20, ten je třeba použít vždy jako první. pro určené R_B a C se z obr. 21 určí ($R_A + 2R_B$) pro požadovanou periodu nebo pro požadovaný kmitočet. Takto lze snadno najít vhodné odpory rezistoru R_A i R_B.

Příklad: Chceme získat impulsy délky 0,1 sekundy každou celou sekundu. Potom

$T_A = 0,9$ s
$T_B = 0,1$ s
$T = 1$ s

Nejdříve určíme R_B a C z obr. 20 pro periodu 0,1 s. Typické odpory a kondenzátory jsou (z vyráběných řad součástek) 33 kΩ a 4,7 μF. Dále použijeme obr. 21. Z nomogramu na obr. 20 jsme získali C = 4,7 μF, další známou veličinou je kmitočet 1 Hz. Z nomogramu určíme, že $R_A + 2R_B$ musí být asi 280 kΩ, z toho lze určit, že R_A musí být 280 - 33 = 247 kΩ, z vyráběné řady proto volíme nejbližší odpor, tj. 220 kΩ.

Součástky z běžně vyráběných řad, vyhovující uvedenému zadání, by proto měly být (přibližně) R_A = 220 kΩ, R_B = 33 kΩ a C = 4,7 μF.

Příklady zapojení

V dalším textu si uvedeme příklady zapojení, publikované po celém světě v časopisech i knihách. Některé jsou (nebo byly) v době svého vzniku originálními obvody, některé jsou variantami oněch původních zapojení. V každém případě je však ze zapojení zřejmé, jak široký „záběr" aplikace IO 555 mají. Pro běžná použití mají však zapojení s 555 jednu výhodu - dodrží-li se doporučení ke konstrukci z předchozích stránek a má-li aplikátor představu o tom, jak IO 555 pracuje, lze při konstrukci dospět vždy k uspokojivému výsledku při alespoň minimální praxi v elektronice. Při dobrých vědomostech o činnosti obvodu lze uveřejněné obvody téměř vždy modifikovat podle potřeb a požadavků realizátora bez větších zásahů do zapojení. Velkou výhodou pro běžného elektronika ze záliby je kromě jiného u tohoto obvodu i jeho cena - v základním provedení lze obvod pořídit za cenu kolem 10 Kč, navíc potřeba vnějších součástek je zcela minimální, takže lze za velmi málo peněz získat „hodně muziky".

Výhodné je i to, že lze bez problémů na výstup IO 555 připojit relé nebo svítivé diody popř. i jiné indikátory (ručková měřidla), čímž lze získat v některých aplikacích IO i vizuální „potvrzení", že a jak obvod pracuje; je-li k dispozici osciloskop a nějaký měřicí přístroj (napětí, proud), pak nemohou nastat u žádného z obvodů ani problémy při uvádění do provozu. K většině zapojení patří i návrhy desek s plošnými spoji - obvody jsou však většinou tak jednoduché, že pro jejich odzkoušení bude stačit univerzální deska s plošnými spoji nebo i nepájivé kontaktní pole.

Nejdříve si ukážeme příklady zapojení, v nichž se využívá IO 555 převážně v *monostabilním módu činnosti.*

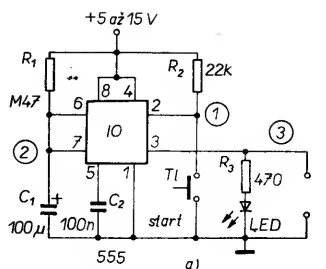


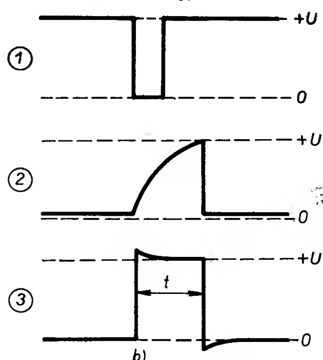
Na obr. 1 je zapojení jednoduchého časovače s pevně nastavenou periodou (přibližně 50 sekund). Z průběhu na obrázku je zřejmý i mechanismus vzniku výstupního impulsu. Průběh zcela nahoře odpovídá průběhu vstupního signálu na vývodu *2* (spouštění) po stisknutí startovacího tlačítka, horní úroveň odpovídá stavu před stisknutím tlačítka a po jeho uvolnění (rozpojení), dolní stavu při stisknutém tlačítku. Střední křivka (pilovitý průběh s exponenciálním členem) znázorňuje průběh napětí na kondenzátoru po uvedení obvodu do činnosti vstupním impulsem. Spodní průběh bychom změřili osciloskopem na výstupu *3* IO, jeho perioda odpovídá periodě středního průběhu (tj. napětí na kondenzátoru, na spojených vývodech *6* a *7* IO) . Perioda je pevná a je určena časovacím rezistorem a kondenzátorem (470 kΩ a 100 μF). Pro jiná *R* a *C* lze periodu (v našem případě asi 50 s) určit z nomogramu na předchozích stránkách.

Kondenzátor z vývodu *5* na zem slouží k filtraci napájecího napětí (jeho činnost byla podrobně popsána v předchozím textu).

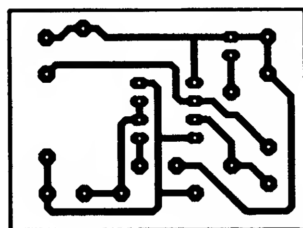
Deska s plošnými spoji je na obr. 2.

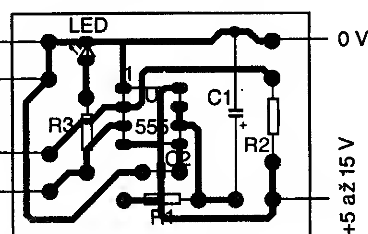
Pevně nastavenou periodu výstupních impulsů na obr. 1 lze změnit např. podle obr. 3 v rozsahu 1,1 až 120 sekund. Časovací rezistor R1 z obr.1 je nahrazen sériovou kombinací rezistor + odporový trimr (nebo potenciometr).





Obr. 1. Časovač s pevně nastavenou periodou (časové zpoždění - time delay - 50 sekund) (2a), průběhy signálu ve vybraných bodech:
1 - vstupní signál na vývodu 2 (horní mez - tlačítko rozpojeno, dolní mez - tlačítko sepnuto),
2 - napětí na kondenzátoru (vývody 6 a 7 IO),
3 - výstupní signál (b)



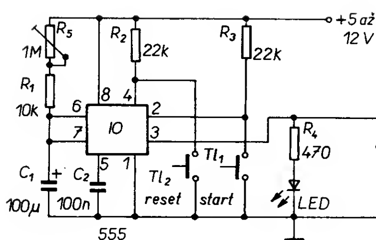


Obr. 2. Deska s plošnými spoji C300 pro zapojení z obr. 1 a deska, osazená součástkami (C_1 např. TE 984)

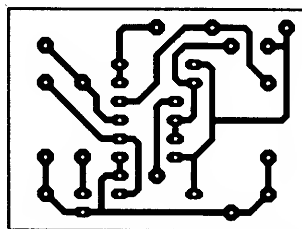
To umožňuje měnit periodu výstupního signálu podle potřeby v uvedených mezích. Navíc je v obvodu i nulovací tlačítko (reset), takže lze kdykoli činnost obvodu spustit či přerušit. Jak jsme si uvedli, nulování, reset, má funkci nadřazenou nad všemi ostatními vstupními signály. Stav činnosti obvodu lze kontrolovat svítivou diodou.

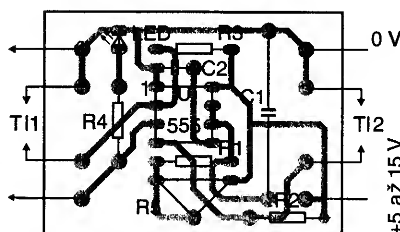
Deska se spoji je na obr. 4.

Jak jsme již uvedli, IO 555 může budit neindukční zátěž přímo ze svého vývodu *3* a to až do 200 mA, např. LED na obr. 1 a 3). Použije-li se na výstupu relé, je třeba použít paralelně



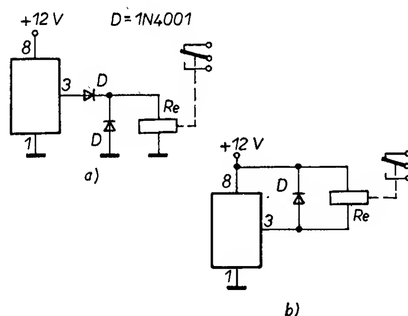
Obr. 3. Časovač s proměnnou periodou a s nulováním (reset) pro zpoždění (časování) v mezích 1,1 až 120 sekund





Obr. 4. Deska s plošnými spoji C302 pro časovač z obr. 3 a deska, osazená součástkami (C_1 např. TE 984, R_5 např. TP 040)

k cívce relé a popř. v sérii s výstupem *3* diodu podle obr. 5. Podle obr. 5a je relé bez signálu v klidovém stavu, kontakty jsou rozpojeny. Na obr. 5b jsou kontakty relé sepnuty, rozpojují se bě-

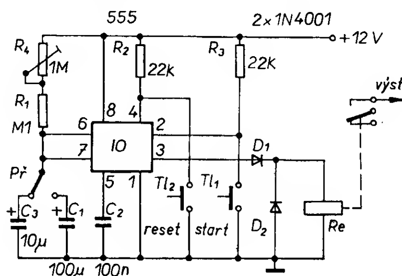


Obr. 5. Možnosti, jak připojit na výstup časovače relé; a) proti zemi, b) proti U_{CC}. Vyhoví každé relé (při napájecím napětí 12 V) pro 12 V s odporem cívky větším než 60 Ω

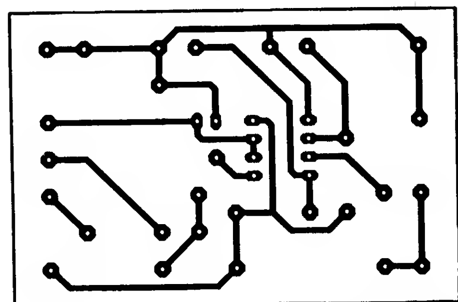
hem časovacího intervalu. Diody v zapojení nikdy nevynechávejte, hrozí zničení IO při změnách stavu relé. Kontakty relé lze ovládat jakoukoli zátěž (podle volby zátěže se volí i zatížitelnost kontaktů relé).

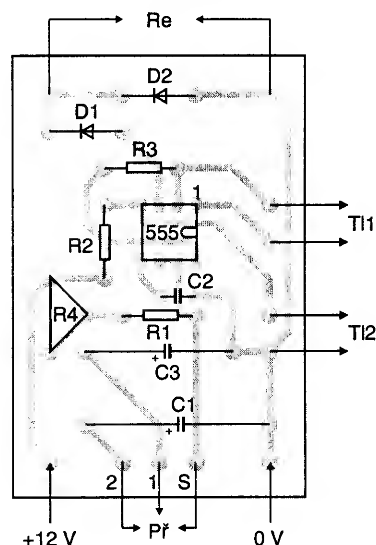
Relé je třeba použít takové, které splňuje základní podmínku pro připojení zátěže k vývodu *3* IO - maximální proud cívkou relé může být 200 mA. Proto pro určité napájecí napětí lze snadno z Ohmova zákona vypočítat, jaký může mít cívka relé minimální odpor, např. pro napájecí napětí 12 V může mít minimálně 60 Ω ($R = U / I$, R = 12 V/0,2 A = 60 Ω).

Použití relé v praktickém obvodu je zřejmé z obr. 6 - jde o jednoduchý časovač se dvěma přepínatelnými intervaly pro celkový čas 1,1 až 120 sekund. Tento základní obvod má pro některá použití určité nedostatky: odebírá ze zdroje proud i v klidovém stavu a potenciometr potřebuje dvě různé stupnice (pro každý rozsah zvlášť), protože elektrolytické kondenzátory použité do časovacích členů mají obvykle velké tolerance kapacity. Deska s plošnými spoji pro tento časovač je na obr. 7.

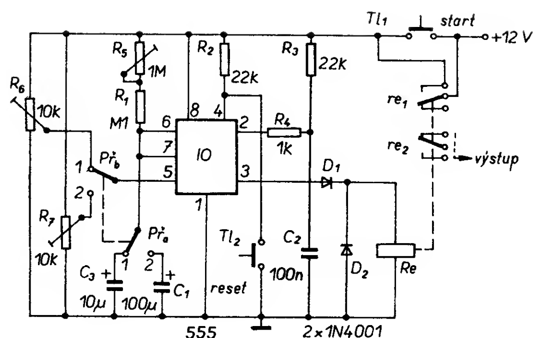


Obr. 6. Časovač s reléovým výstupem pro časy 1,1 až 120 sekund ve dvou rozsazích. Pro relé opět platí, že odpor jeho cívky musí být větší než 60 Ω

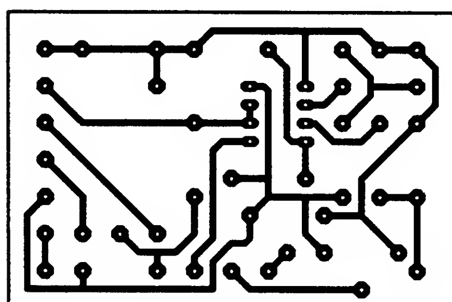




Obr. 7. Deska s plošnými spoji C303 pro zapojení na obr. 6 a deska, osazená součástkami (C_1, C_3 = TE 984, R_4 = TP 040)

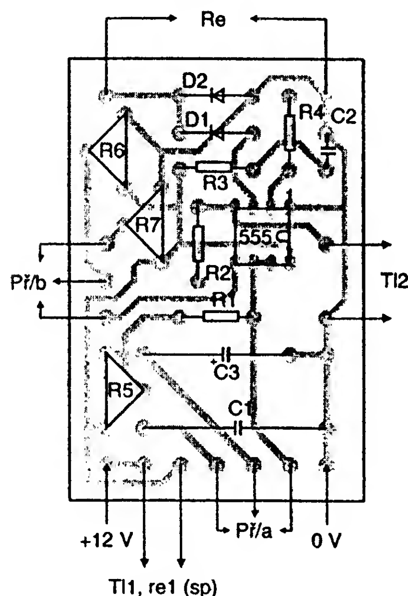


Obr. 8. Přesný (kompenzovaný) časovač s reléovým výstupem se dvěma rozsahy - 0,9 až 10 sekund a 9 až 100 sekund



F.MRAVENEC 3.50

60



Obr. 9. Deska s plošnými spoji C304 pro časovač z obr. 8 a deska, osazená součástkami (C_1, C_3 = TE 984, R_5, R_6, R_7 = TP 040)

Uvedené nedostatky zapojení z obr. 6 odstraňuje zapojení na obr. 8, v němž je použito spínací tlačítko Tl_2 k zavedení funkce RESET (nulování) a spínací tlačítko Tl_1 paralelně ke kontaktům relé, které odpojuje napájecí napětí v klidovém stavu zařízení.

Časovací interval je nastartován stisknutím mžikového tlačítka Tl_1, čímž se přivede na obvod napájecí napětí. V okamžiku mžikového sepnutí kontaktů tlačítka je časovací kondenzátor zcela vybit. Časovací cyklus začíná příchodem startovacího impulsu na vývod *2* IO. V okamžiku, kdy začne časovací cyklus, cívka relé dostane napětí a kontakty relé zabezpečí, že je IO napájen, i když nejsou kontakty Tl_1 spojeny. Na konci časovacího cyklu se kontakty relé opět rozpojí a odpojí tedy napájecí napětí.

Časování obvodu je řízeno základním časovacím článkem R_1, R_5, C_1 nebo C_2, kondenzátory lze přepínat jednoduchým přepínačem. Časovací intervaly jsou ovšem závislé i na nastavení potenciometrů R_6 a R_7 (nastavení v rozsahu max. 10 s, popř. 100 s). Potenciometry se připojují druhou sekcí přepínače rozsahů ke vstupu *5*, řídicí napětí, a umožňují měnit referenční napětí vnitřních komparátorů a tak měnit časovací intervaly.

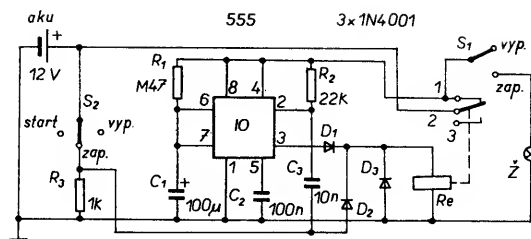
Toto uspořádání obvodu umožňuje dosáhnout přesného časování i při velkých tolerancích kapacity elektrolytického kondenzátoru, po ocejchování stačí jedna stupnice na hřídeli potenciometru časovacího obvodu i při dvou rozsazích časování.

Obvod se při uvádění do chodu nastavuje takto: nejprve se nastaví hřídel potenciometru R_5 tak, aby potenciometr (je zapojen jako proměnný odpor) měl maximální odpor, přepínač rozsahů se přepne do polohy 1 a stiskne se tlačítko Tl_1, START. Pak se nastaví potenciometrem R_6 perioda přesně na 10 sekund. Totéž se opakuje v poloze 2 přepínače rozsahů s potenciometrem R_7 pro periodu 100 s. Skončí-li nastavování úspěšně, lze hřídel potenciometru opatřit jedinou stupnicí pro celý rozsah časování.

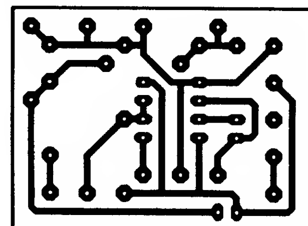
Deska s plošnými spoji pro toto zapojení je na obr. 9.



Na obr. 10 je zajímavé zapojení, které samočinně z bezpečnostních důvodů vypíná hlavní světla u aut při vypnutí zapalování až při určité době. Je to užitečný obvod pro každého, kdo chce, aby mu po zaparkování svítily světlomety ještě necelou minutu a pak samočinně zhasly. Obvod nenarušuje samozřejmě běžné ovládání světel u auta.

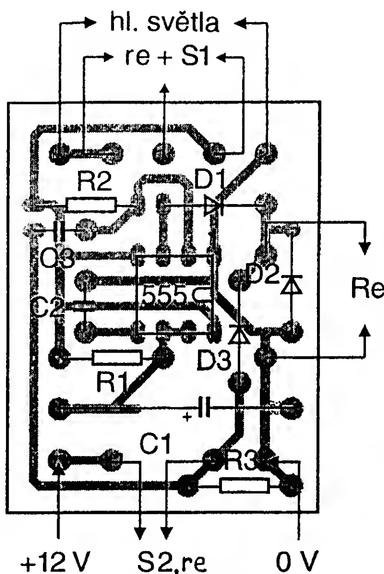


Obr. 10. Obvod pro auta k ovládání světel (světlometů) se samočinným zpožděním (S_1 spínač světel, S_2 spínač zapalování)



F.MRAVENEC 3.50

40



Obr. 11. Deska s plošnými spoji C305 pro zapojení z obr. 10 a deska, osazená součástkami (C, např. TE 984)

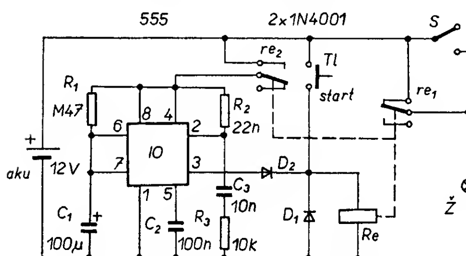
Je-li spínač zapalování S_2 v poloze „zapnuto", na cívce relé je napětí (přes diodu D_3), kontakty relé jsou sepnuty tak, že na žárovce světel je napětí akumulátoru, je-li sepnut spínač světel S_1. Za tohoto stavu lze světla ovládat běžným způsobem. Protože je kondenzátor C_3 svými oběma vývody připojen na kladné napětí, je vybit, časovač nepracuje. Jeli spínač zapalování v poloze „vypnuto", napětí na R_3 se změní na nulu a relé odpadne, jeho kontakty by se tedy měly přepnout do druhé polohy. V tomto okamžiku se na vstupu *2*, spouštění, objeví záporný impuls, vyvolávající začátek zvoleného časovacího intervalu 50 sekund. Kontakty relé proto zůstávají tedy spojeny asi po 50 sekund do okamžiku, kdy byl spínač zapalování přepnut do polohy „vypnuto" a udržují po tuto dobu napětí akumulátoru na žárovkách hlavních světel a žárovky svítí, je-

li spínač S_1 světel v poloze „zapnuto". Na konci časového úseku 50 sekund přestane být cívka relé napájena, jeho kontakty se přepojí a odpojí jak napájení 555, tak přívod ke spínači světel.

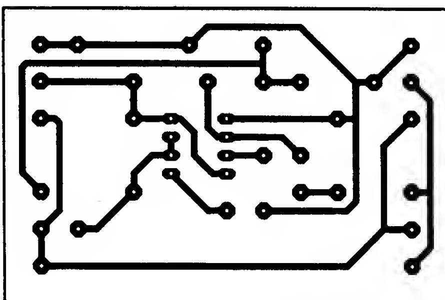
Deska s plošnými spoji pro samočinný spínač hlavních světel auta po vypnutí motoru je na obr. 11.

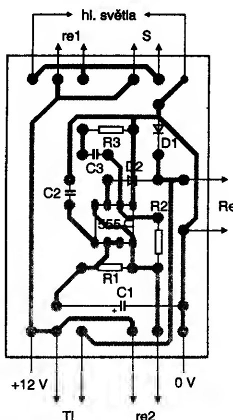
Tento druh samočinného zhasínání světel automobilu je určen především pro auta, u nichž nelze po vypnutí zapalování rozsvítit hlavní světla. Pro auta, u nichž je to možné, poslouží zapojení podle obr. 12 (deska s plošnými spoji je na obr. 13).

Zapojení se liší především v tom, že použité relé, ovládající rozsvěcení světel, má dva přepínací svazky kontaktů a celé zařízení se ovládá ručně. Pracuje takto: po zaparkování auta jsou světla vypnuta. Rozsvítí se asi na 50 sekund, jakmile sepnou kontakty mžikového tlačítka Tl, START. Po uplynutí



Obr. 12. Zapojení k manuálnímu ovládání světel (světlomety, vedlejší světla) automobilu (S - spínač světel)





Obr. 13. Deska s plošnými spoji C306 pro zapojení z obr. 12 a deska, osazená součástkami (C_1 např. TE 984)

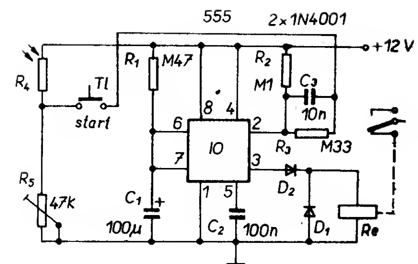
časovací doby světla samočinně zhasnou. Použité relé má dva svazky kontaktů, ty jsou v klidovém stavu v poloze podle obrázku, IO 555 není tedy napájen a světla nesvítí. Za těchto pracovních podmínek je kondenzátor C_3 vybitý. Časovací interval začíná mžikovým sepnutím tlačítka Tl. Na cívce relé se objeví plné napájecí napětí, oba dva svazky kontaktů se přepnou do druhé polohy - to způsobí, že se jednak rozsvítí světla i při spínači světel ve vypnuté poloze a jednak je přivedeno napájení napětí na IO 555. Na vývodu *2*, spouštění, se objeví krátký záporný impuls a tím začne časovací interval. Současně s tím se na výstupu *3* IO objeví úroveň H, cívka relé je napájena a kontakty relé zůstávají v pracovní poloze po celou dobu časovacího intervalu. Světla zůstanou rozsvícena 50 sekund. Po skončení časovacího intervalu bude na výstupu *3* IO 555 úroveň L, relé nebude napájeno, jeho kotva odpadne a kontakty se přepnou do klidové polohy - světlomety zhasnou a integrovaný časovač přestane dostávat napájecí napětí.

Samočinný spínač osvětlení chodby či verandy apod. za nedostatečného vnějšího osvětlení je na obr. 14. Tento řídicí obvod vyžaduje relé (při napájecím napětí 12 V s odporem cívky větším než 60 Ω) s jedním svazkem kontaktů, dimenzovaných pro proud odpovídající použitým žárovkám. Zapojení rozsvítí příslušné žárovky tedy jednak za tmy (nebo za šera podle nastavení) a jednak po zjištění, že je v osvětlovaném prostoru osoba (senzorem je v tomto případě mikrospínač Tl, START) - to jsou dvě podmínky funkce, které musí být splněny současně.

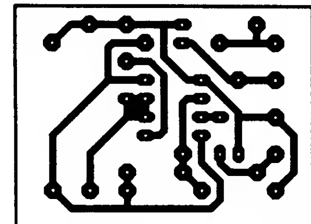
Časovací funkce obvodu začíná po mžikovém sepnutí spínacího tlačítka Tl. Jako tlačítko může posloužit mikrospínač, umístěný ve dveřích, poslouží i tlakový spínač např. pod prahem, který spolehlivě sepne, stoupne-li na práh osoba určité hmotnosti atd.

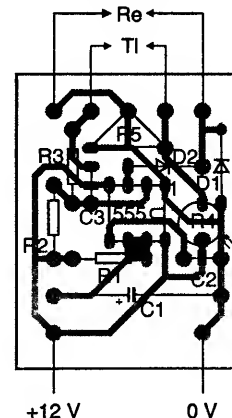
Činnost obvodu závisí na impulsu, který musí být „zápornější" než vnitřním odporovým děličem určená 1/3 napájecího napětí na vývodu *2*, spouštění, není-li, obvod nepracuje. Stejně tak obvod nepracuje, je-li dostatečně osvětlen fotorezistor R_4. Fotorezistor a odporový trimr jsou zapojeny v sérii a tvoří tak světlem řízený napěťový dělič. Jedna strana „senzorového" tlačítka je zapojena do středu tohoto děliče a druhá vede na vývod *2* IO 555 přes článek *RC*, C3, R3.

Za běžného denního světla je fotorezistor osvětlen, jeho odpor je velmi malý, takže na spoji R_4 a R_5 bude úroveň H. Sepne-li se v takovém případě tlačítko START, bude vzniklý napěťový impuls velmi malý, než aby mohl zmenšit napětí na vývodu *2* IO 555 na úroveň menší než je 1/3 napájecího napětí, stav obvodu se za těchto podmínek nezmění.



Obr. 14. Ovládání osvětlení verandy, chodby apod. Světlo se rozsvítí na nastavenou dobu pouze za nedostatečného vnějšího světla (R_5 nastavuje úroveň pro spínání)

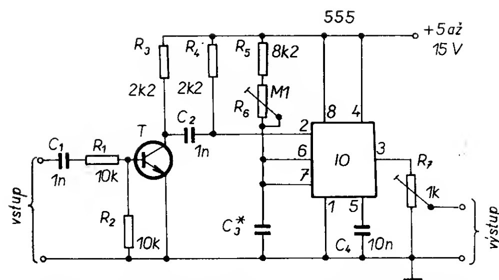




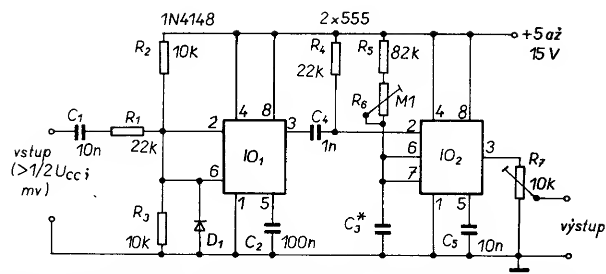
Obr. 15. Deska s plošnými spoji C307 pro zapojení z obr. 14 a deska, osazená součástkami (C_1 = TE 984, R_4 = WK 650 60, R_5 = TP 040)

Při setmění nebo v noci se však odpor fotorezistoru značně zvětší, takže se na spoji R_4, R_5 objeví napětí velmi malé úrovně. To se po sepnutí tlačítka přenese přes článek *RC* na vstup *2* IO 555, tím se zmenší napětí na tomto vstupu na velikost, při níž již sepne spouštěcí komparátor a časovač začne pracovat. Článek *RC* slouží jednak ke zlepšení tvaru impulsu, přiváděného ze startovacího tlačítka, jednak ke „stejnosměrnému" oddělení vývodu *2* (vstupu) časovače a odporového děliče.

Pokud jde o fotorezistor, v původním zapojení byl použit typ CdS, měl by mít odpor asi do 1 000 Ω při světle a asi kolem 47 kΩ za tmy či za špatných světelných podmínek. Odporovým trimrem R_5 lze nastavit úroveň tmy, při níž by mělo zapojení začít pracovat. Časovací interval je nastaven výběrem časovacího kondenzátoru a rezistoru (C_1, R_1) na 50 sekund.



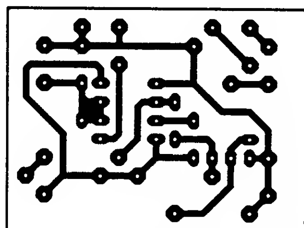
Obr. 16. Generátor přídavných impulsů, který může doplnit běžný generátor impulsů. Je spínán napětím trojúhelníkovitého průběhu, v tabulce jsou kapacity kondenzátorů pro různé šířky impulsů

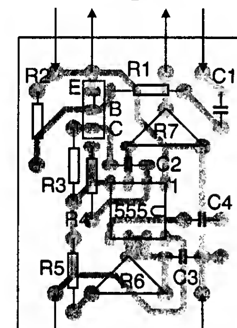


Obr. 18. Modifikovaný generátor z obr. 16, který může být spouštěn signálem jakéhokoli průběhu (včetně sinusového) (mv - mezivrcholová velikost, „špička - špička")

Kapacity kondenzátoru C_3 pro různou šířku impulsů

C_3 (µF)	Šířka impulsů
10	90 ms až 1,2 s
1	9 až 120 ms
0,1 (100 nF)	0,9 až 12 ms
0,01 (10 nF)	90 µs až 1,2 ms
0,001 (1 nF)	9 až 120 µs





Obr. 17. Deska s plošnými spoji C308 pro zapojení z obr. 16 a deska, osazená součástkami (R_6, R_7 = TP 040, T = KC238b, C_3 viz tabulka)

Stejného druhu jsou další zapojení - jde v podstatě o podobné generátory impulsů na základě monostabilního módu činnosti časovače 555. Výstupní impulsy jsou získávány přivedením vhodného vnějšího impulsu na vývod *2*, spouštění, IO 555. IO může takto generovat dobře tvarované impulsy s periodou od 5 µs do stovek sekund - maximální použitelný opakovací kmitočet impulsů může být asi 100 kHz, spouštěcí signál na vývodu *2* musí mít velmi dobře tvarovaný pravoúhlý průběh a jeho amplituda musí být tak velká, aby umožnila řízením vstupu *2* získat na výstupu IO jak úroveň H, tak L, tzn. že se musí pohybovat od úrovně větší než 2/3 U_{cc} pro stav „vypnuto" nejméně do úrovně menší 1/3 U_{cc} pro stav „zapnuto"(„spuštění" IO zajišťuje teprve úroveň menší než 1/3 U_{cc}). Spínací impuls musí mít šířku větší než 100 ns, avšak menší než jakou požadujeme u impulsu na výstupu. Pracovní podmínky musí zajistit, že spouštěcí impuls skončí před dobou ukončení monostabilní periody činnosti obvodu.

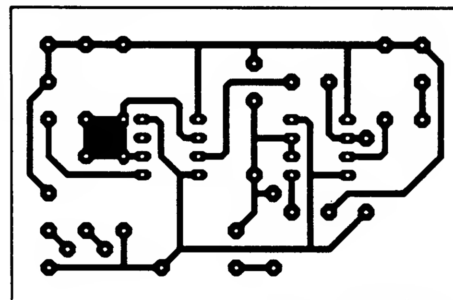
Nejvhodnějšími spouštěcími signály pro IO 555 v monostabilním módu jsou dobře tvarované pravoúhlé impulsy s amplitudou od nuly do velikosti napájecího napětí. Ty lze většinou bez nesnází získat konverzí vnějších vstupních signálů libovolného tvaru. Dobře tvarovaný pravoúhlý signál je pak na vstup *2* veden přes diferenční článek *RC* s malou časovou konstantou. Takový článek ještě dále upraví náběžné či sestupné hrany pravoúhlých impulsů tak, aby byl tvar spouštěcího signálu co nejvhodnější.

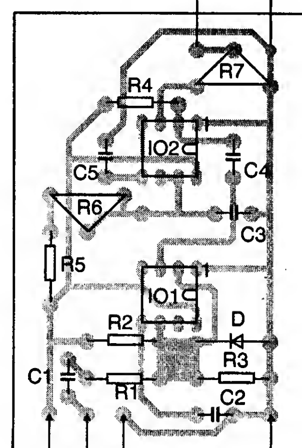
Na obr. 16 je MKO, který je spouštěn vstupními signály pravoúhlého průběhu nebo impulsy. Tranzistor T upravuje vstupní signály tak, že mají amplitudu 0 až + U_{cc}, upravený vstupní signál se z jeho kolektoru vede na vstup „spouštění" IO přes diferenční člen *RC*, C_2, R_4. Úroveň výstupních impulsů lze nastavovat podle potřeby potenciometrem R_7. Šířku výstupních impulsů lze měnit v rozsahu větším než jedna dekáda potenciometrem R_6. Doplní-li se zapojení přepínačem časovacích kondenzátorů podle tabulky v textu pod obrázkem, lze získat pět poněkud se překrývajících (na začátku i na konci) rozsahů šířek výstupních impulsů, a to v celkovém rozsahu od 9 µs do 1,2 s.

Kondenzátor C_4 na vývodu *5* IO zabezpečuje pravidelné a nerušené spouštění obvodu.

Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 16 je spolu s deskou, osazenou součástkami, na obr. 17.

Zapojení na obr. 18 je modifikací zapojení z obr. 16. Úprava spočívá v přidání dalšího IO, který zabezpečil, že obvod může být spouštěn signálem libovolného průběhu včetně sinusového. Dodatečně přidaný druhý časovač pracuje jako Schmittův klopný obvod, který převádí všechny vstupní signály na signály pravoúhlého průběhu. Jeho výstupní signál pak spouští časovač 555, zapojený v monostabilním módu; jehož činnost byla popsána pro zapojení na obr. 16. Pro výběr C_3 platí tabulka v textu pod obr. 16.



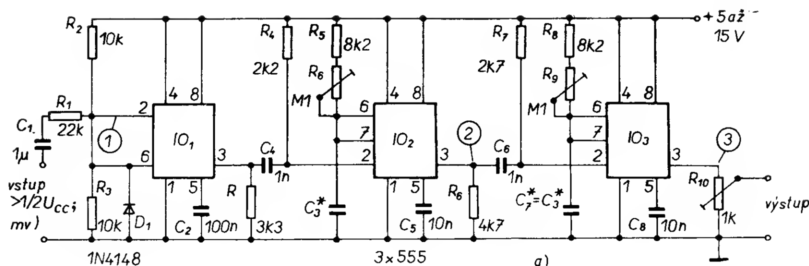


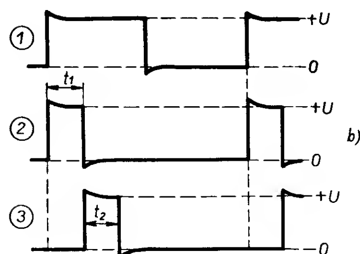
Obr. 19. Deska s plošnými spoji C309 pro zapojení z obr. 18 a deska, osazená součástkami (R_6, R_7 = TP 040, C_3 viz tabulka u obr. 16)

Deska s plošnými spoji a deska, osazená součástkami, jsou na obr. 19.

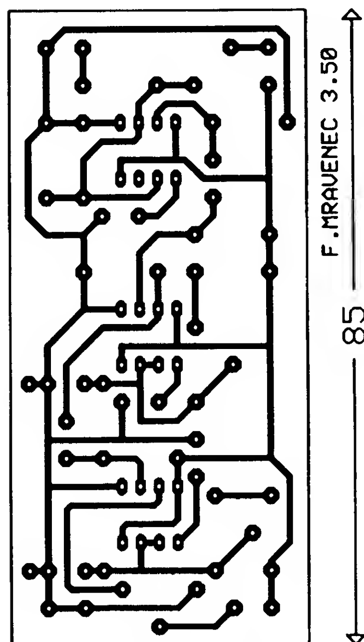
Obvod , který umožňuje získat spojením dvou monostabilních obvodů v sérii generátor zpožděných impulsů, je na obr. 20. Jako v předchozím zapojení je první z časovačů 555 zapojen jako Schmittův klopný obvod. Druhý časovač řídí dobu zpoždění a třetí šířku výstupního impulsu.

Na obr. 20b jsou průběhy signálů v zapojení, zcela nahoře vstupního

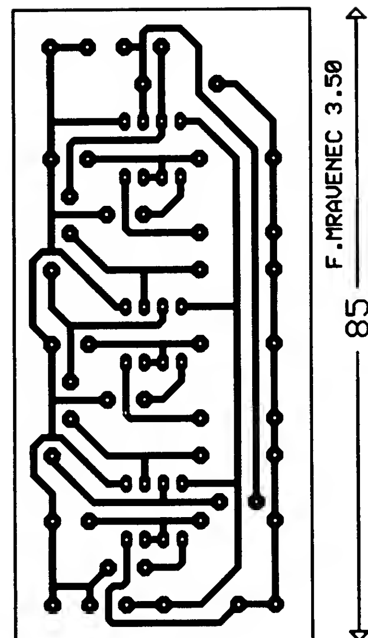


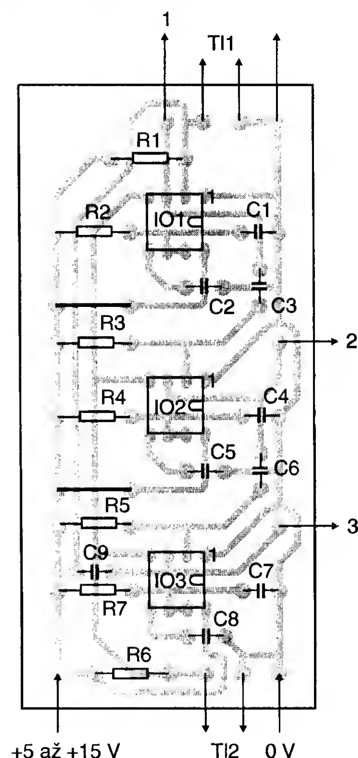


Obr. 20. Generátor impulsů, který může být spouštěn signálem libovolného průběhu (a); tvary impulsů na vstupu (nahoře), na výstupu prostředního IO (uprostřed) a na výstupu pravého IO (dole) závisí na volbě časovacích součástek, viz tabulka u obr. 16



Obr. 21. Deska s plošnými spoji CD310 pro zapojení z obr. 20 a deska, osazená součástkami (odporové trimry typu TP 040)

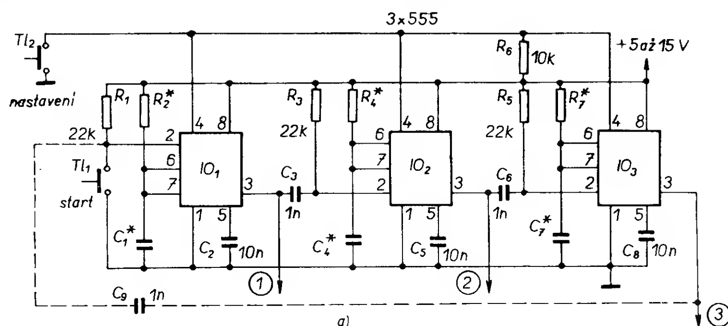




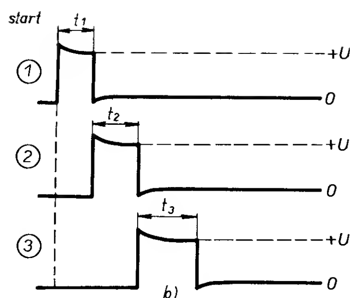
Obr. 23. Deska s plošnými spoji C311 zapojení podle obr. 22 a deska, osazená součástkami (2 drátové spojky !)

signálu prvního z časovačů, uprostřed signál na výstupu druhého časovače a dole signál na výstupu třetího časovače. Doba t_1 je určena kapacitou časovacího kondenzátoru C_3 (jeho kapacita viz tabulka v textu pod obr.16) a odporem rezistoru R_5 včetně odporu proměnného rezistoru (potenciometru) R_6. Šířka t_2 výstupních impulsů je stejně tak určena kapacitou kondenzátoru C_7 a odporem dvojice R_8, R_9. Obvod může posloužit jako generátor samostatných impulsů a lze jej vestavět do skříňky např. generátoru signálů pravoúhlého průběhu, jehož výstupním signálem lze zapojení spouštět.

Monostabilní obvody lze s výhodou zapojovat do série, chceme-li získat zařízení pro tzv. sekvenční (postupné) spínání. Typický příklad zapojení třístupňového sekvenčního časovače, jehož tři výstupy mohou řídit spínání relé, světel, LED, logických obvodů apod. či jiných zařízení v předprogramovaném časovém sledu poté, co je stisknuto startovací spínací tlačítko Tl_1, je na obr. 22. Všimněte si, že všechny vstupy *4* integrovaných obvodů jsou navzájem spojeny a mají kladné „předpětí", dané rezistorem R_6, připojeným k rozvodu napájecího napětí. K získání funkce RESET (nastavení), tj. při po-



Obr. 22. Třístupňový sekvenční časovač nebo generátor impulsů, 1, 2, 3 - výstupy (a), průběhy na jednotlivých výstupech (b, str. 178), součástky označené hvězdičkou se vybírají podle požadovaných průběhů



Obr. 22 b.

žadavku, aby spínací cyklus probíhal od začátku podle průběhu na obr. 22b, slouží tlačítko Tl_2, které mžikově spojí vstupy *4* všech tří IO se zemí, čímž se nastaví definovaný stav IO.

Po zapnutí napájecího napětí by mělo být tlačítko Tl_1 sepnuto, aby nemohly vzniknout falešné spínací impulsy, které by mohly ovlivnit činnost obvodu.

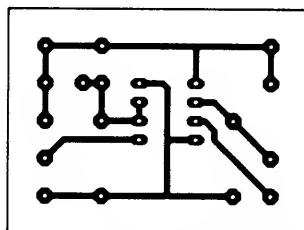
Na obr. 22b je sled výstupních impulsů: na výstupu 1 se po stisknutí startovacího tlačítka objeví impuls v obrázku zcela nahoře, jeho délka t_1 je určena kapacitou kondenzátoru C_1 a odporem rezistoru R_2, prostřední impuls bude na výstupu 2 (délku t_2 určují C_4, R_4), na třetím výstupu bude impuls v obrázku dole, jeho dobu trvání t_3 určují C_7, R_7.

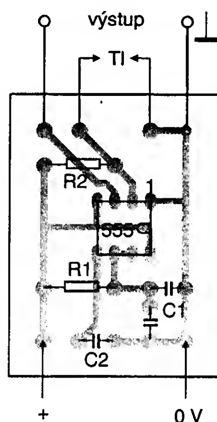
Na obr. 22a je čárkovaně naznačena střídavá zpětná vazba (přes kondenzátor C_9) z výstupu obvodu na vstup, kterou se přivádí část výstupního signálu zpátky na vstup sekvenčního časovače, na vstup „spouštění" prvního integrovaného obvodu. To umožňuje získat definované opakování sledu výstupních impulsů ze zařízení.

Časovač v monostabilním módu tedy „vyrábí" výstupní impuls konstantní délky při jakémkoli impulsu na vstupu. Připomeňme si jeho základní zapojení (obr. 24, deska s plošnými spoji na obr. 25), abychom ho mohli porovnat se zapojením v astabilním módu, jehož příklady budou uvedeny v dalším textu (dosud uváděná zapojení využívala 555 vesměs v monostabilním módu, tj. na výstupu *3*, výstupu *7* a vstupu „práh", vývod *6*, byla v klidovém stavu úroveň L. Monostabilní časovací perioda mohla být odstartována „záporným" impulsem, přivedeným na vývod *2*, pak se úroveň na výstupu *3* změnila na H, neboť se nabil časovací kondenzátor přes časovací rezistor. Dosáhlo-li napětí na kondenzátoru určité velikosti, otevřel se vybíjecí tranzistor, náboj kondenzátoru se vybil na zem, monostabilní činnost 555 skončila, na výstupu se změnila úroveň opět na L a pro další pracovní cyklus bylo třeba obvod znovu nastartovat).

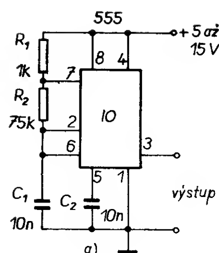
Základními znaky časovače v *astabilním módu* je, že nemá stabilní výstupní stav a že k jeho spouštění není třeba vnější signál. S IO 555 v astabilním módu se lze setkat pod názvy oscilátor, generátor, signální generátor, generátor impulsů či signálu pravoúhlého průběhu, multivibrátor atd.). V tomto módu pracuje časovač 555 tak, že jsou spojeny vstup *2*, spouštění, a vstup *6*, práh; časovací rezistor je přitom zapojen mezi vývody *7*, vybíjení, a vstup *2*. Je-li na obvod přivedeno napájecí napětí, kondenzátor se stejně jako v monostabilním módu nabíjí exponenciálně přes časovací rezistory R_1 a R_2 (obr. 26) do té doby, dokud napětí na něm nedosáhne 2/3 napájecího napětí U_{cc}. Tím skončí jeden monostabilní stav obvodu a na vývodu *7* je úroveň L. Kondenzátor C_1 se začne exponenciálně vybíjet do vývodu *7* přes rezistor R_2 do té doby, než se napětí na něm zmenší na 1/3 napájecího napětí U_{cc}. Tím se aktivuje vstup *2*, spouštění, a je odstartována další monostabilní časovací sekvence: kondenzátor se začne znovu nabíjet na 2/3 U_{cc} atd., celý pochod se opakuje samočinně, obvod „kmitá". Na výstupu se objeví souměrný signál pravoúhlého průběhu s amplitudou od nuly až

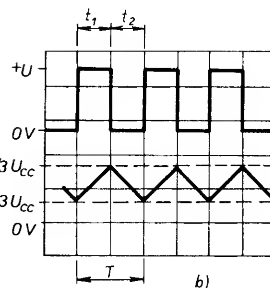
Obr. 24. Další možné základní zapojení 555 v monostabilním módu (úprava zapojení z obr. 1)



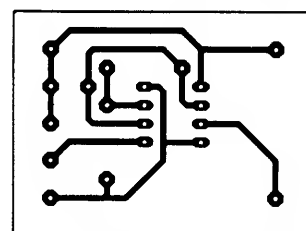


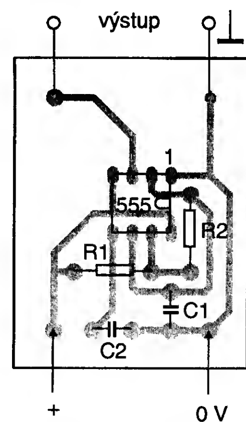
Obr. 25. Deska s plošnými spoji C312 pro zapojení z obr. 24 a deska, osazená součástkami (C_1 = 2x tantalová kapka 15 µF/16 V)



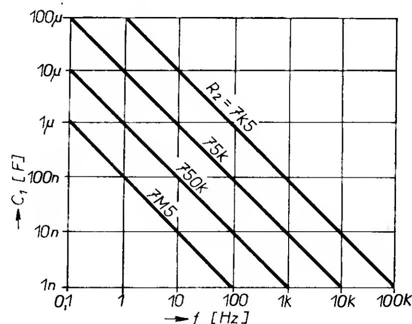


Obr. 26. 555 v astabilním módu - multivibrátor 1 kHz (a), průběhy signálu na výstupu a na kondenzátoru (dole) [t_1 = 0,693 (R_1+R_2) C_1, t_2 = 0,693 R_2C_1, kmitočet f = 1,44/ (R_1+R_2)C]





Obr. 27. Deska s plošnými spoji C313 pro zapojení z obr. 26 a deska, osazená součástkami

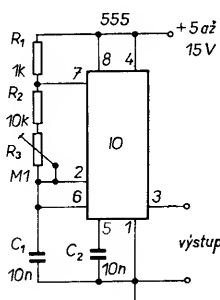


Obr. 28. Kmitočet výstupního signálu pro zapojení na obr. 26 jako funkce časovacího článku R_2, C_1, je-li odpor rezistoru R_1 dostatečně malý vzhledem k R_2

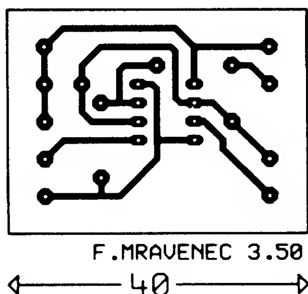
do (téměř) U_{cc}. Kmitočet oscilací na obr. 26 závisí převážně na článku C_1, R_2, neboť odpor rezistoru R_1 je proti odporu R_2 velmi malý. Vztah mezi kmitočtem oscilátoru a časovacími součástkami je zřejmý z obr. 28 (v obrázku je pro názornost zanedbán právě vliv odporu rezistoru R_1). Jak je z grafu zřejmé, odpor rezistoru se může měnit od několika kiloohmů do desítek megaohmů pro kapacitu časovacího kondenzátoru v „rozumných" mezích. Je ještě třeba upozornit na to, že odpor rezistoru R_1 má velký vliv na celkový odběr proudu obvodem, neboť vývod 7 IO, vybíjení, je vlastně po dobu poloviny oscilačního cyklu spojen se zemí, na to třeba brát ohled při návrhu obvodu, neboť činitel využití impulsů či poměr impuls - mezera se nastavují volbou odporu rezistorů R_1 a R_2. Při návrhu obvodu nelze ani opomenout, že šířka impulsu a délka mezery mezi impulsy se počítají zvlášť - pro určení první veličiny je třeba použít vztah pro C_1, R_1, R_2, k určení mezery stačí jen C_1 a R_2. Příslušné vztahy jsou v textu k obr. 26.

Základní zapojení IO 555 v astabilním módu může být modifikováno různým způsobem. Např. na obr. 29 se po výměně pevného rezistoru za odporový trimr nebo potenciometr (v sérii s pevným rezistorem) může měnit kmitočet výstupního signálu asi od 650 Hz do asi 7,2 kHz (při součástkách podle obrázku), je-li třeba, lze po výměně časovacího kondenzátoru za jiný s jinou kapacitou získat jiný rozsah kmitočtu.

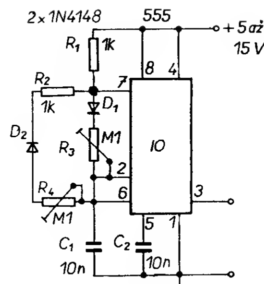
Jak bylo uvedeno, z obvodu na obr. 26 lze získat signál konstantního kmitočtu s jakýmkoli požadovaným poměrem impuls-mezera výběrem odporu rezistorů R_1 a R_2. V každém cyklu činnosti se kondenzátor C_1 nabíjí přes R_1 a R_2 a vybíjí přes R_2. Budou-li tedy mít oba rezistory stejný odpor, obvod bude dodávat výstupní signál s poměrem impuls - mezera 2 : 1.



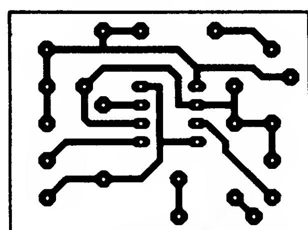
Obr. 29. Generátor signálu pravoúhlého průběhu s nastavitelným kmitočtem (v mezích asi 650 až 7200 Hz)

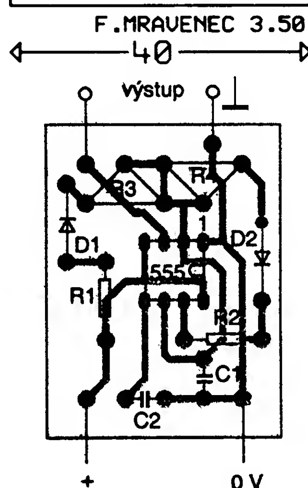


Perioda signál - mezera může být řízena v zapojení podle obr. 31 nebo 33. Podle obr. 31 se časovací kondenzátor nabíjí přes R_1, D_1 a trimr (potenciometr) R_3 a vybíjí přes R_4, R_2 a diodu D_2. V obr. 33 se kondenzátor C_1 nabíjí přes R_1, R_3 a D_1 a vybíjí přes R_4, D_2 a R_2. V obou obrázcích slouží R_2 jako ochranný odpor, je-li odporová dráha potenciometru (trimru) zkratována nastavením jeho běžce. V obou zapojeních (obr. 31 a 33) lze nezávisle měnit poměr impuls-mezera v rozsahu 100 : 1 až 1 : 100. Se změnou poměru impuls-mezera se mění i kmitočet výstupního signálu.

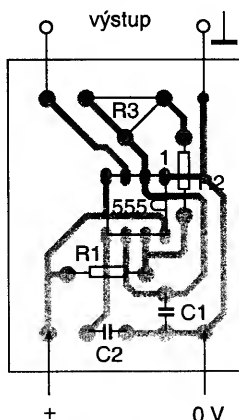


Obr. 31. Stabilní multivibrátor s nezávislým nastavením šířky impulsu i mezery mezi impulsy (perioda 7 až 750 µs). R_3 - nastavení šířky impulsu, R_4 - nastavení šířky mezery

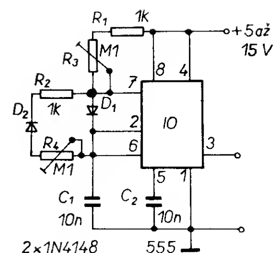




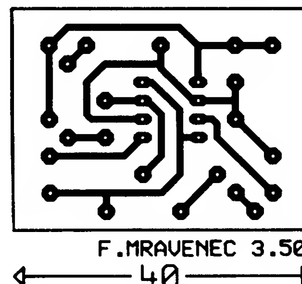
Obr. 32. Deska s plošnými spoji C315 pro zapojení z obr. 31 a deska, osazená součástkami (odporové trimry typu TP 040)

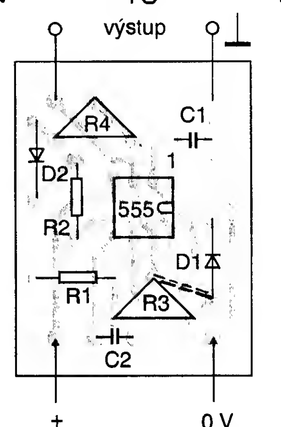


Obr. 30. Deska s plošnými spoji C314 generátoru z obr. 29 a deska, osazená součástkami



Obr. 33. Alternativní verze oscilátoru z obr. 31 (R_3 = šířka impulsu, R_4 = šířka mezery)

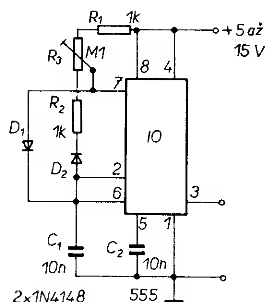




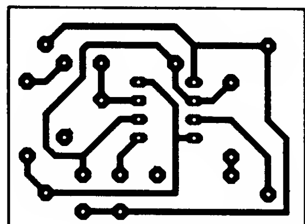
Obr. 34. Deska s plošnými spoji C316 pro zapojení z obr. 33 a deska, osazená součástkami (odporové trimry typu TP 040)

Pro zapojení z obr. 31 a 33 jsou desky s plošnými spoji a osazení součástek na obr. 32 a 34.

Je ovšem možné zapojit časovač 555 v astabilním módu podle obr. 35 nebo 37 - pak se při změně poměru impuls-mezera kmitočet výstupního signálu nemění, neboť při změně jedné veličiny se samočinně mění i druhá, tj. samočinně se zmenší např. délka mezery při prodloužení impulsu a naopak. Celková perioda každého cyklu činnosti IO bude tedy konstantní.

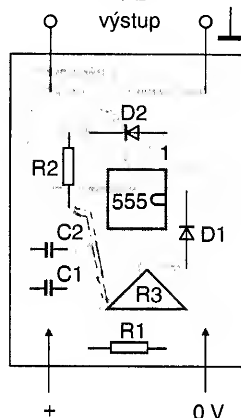


Obr. 35. Generátor signálu pravoúhlého průběhu s kmitočtem 1,2 kHz a s nastavitelným činitelem využití v mezích 1 až 99 %

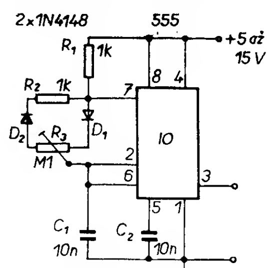


F.MRAVENEC 3.50

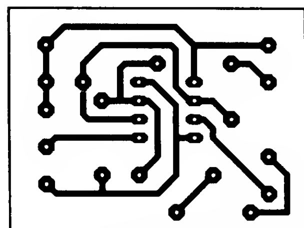
40



Obr. 36. Deska s plošnými spoji C317 pro zapojení z obr. 35 a deska, osazená součástkami (odporový trimr typu TP 040)



Obr. 37. Jiná verze oscilátoru z obr. 35



F.MRAVENEC 3.50

40

Předmětem změn u uvedených obvodů je tedy činitel využití, který lze řídit v mezích od 1 do 99% potenciometrem (odporovým trimrem) R_3.

Podle obr. 35 se kondenzátor C_1 nabíjí přes rezistor R_1, horní polovinu proměnného rezistoru R_3 a diodu D_1 a vybíjí přes diodu D_2, rezistor R_2 a spodní část proměnného rezistoru R_3.

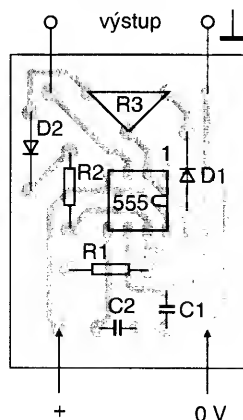
V obr. 37 se časovací kondenzátor nabíjí přes R_1, diodu D_1, odporovou dráhu R_3 vlevo od běžce, diodu D_2 a rezistor R_2. Oba dva obvody mají na výstupu signál o kmitočtu asi 1,2 kHz, má-li kondenzátor C kapacitu podle obrázků.

Desky s plošnými spoji pro obě zapojení jsou na obr. 36 a 43.

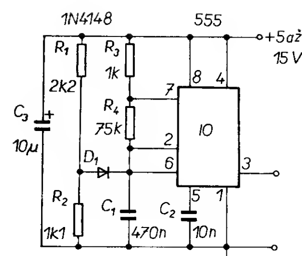
V dosud uvedených zapojeních astabilních obvodů s IO 555 se vždy časovací kondenzátor v prvním „půlcyklu" činnosti nabíjel z nulového napětí na napětí rovné 2/3 napájecího napětí. V celé další činnosti se kondenzátor vždy vybíjí ne na 0 V, ale na 1/3 napájecího napětí a nabíjí nikoli od nuly, ale od této 1/3 U_{cc}. Díky tomu má první polovina prvního cyklu oscilací mnohem delší periodu než ostatní. V aplikacích, v nichž se obvod používá jako zdroj hodinového signálu relativně nízkého kmitočtu, je tento jev nepřijatelný, neboť by vnesl chyby do časování. Problém by bylo možno vyřešit např. zapojením podle obr. 39 přidáním vnějšího napěťového děliče a diody - to bylo mělo za následek, že se po zapnutí začne časovací kondenzátor nabíjet nikoli od nuly, ale od napětí těsně pod hranicí 1/3 U_{cc}. Kondenzátor se totiž ihned po zapnutí začne rychle nabíjet přes R_1 a D_1 na asi 1/3 U_{cc} a horní mez napětí na něm určují pouze odpory rezistorů R_3, R_4.

Deska s plošnými spoji pro toto zapojení je na obr. 40.

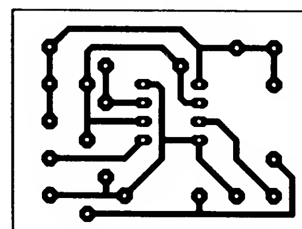
Obvody s časovačem 555 v astabilním módu mohou být spínány nebo vypínány (hradlovány) několika způsoby a to buď mechanickou součástkou nebo elektricky. Nejčastěji bývá ke spuštění obvodu používán vývod *4*, reset, nulování. Na obr. 41 a 43 jsou dva možné způsoby tohoto ovládání činnosti obvodu tlačítkem.



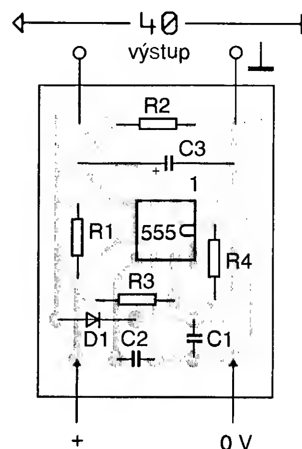
Obr. 38. Deska s plošnými spoji C318 pro zapojení z obr. 37 a deska, osazená součástkami



Obr. 39. Přesný generátor nf signálu pravoúhlého průběhu (kmitočet asi 20 Hz)



40

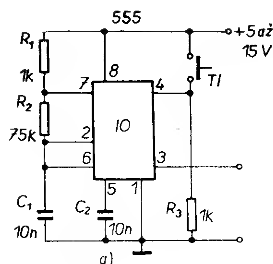


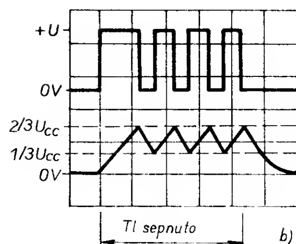
Obr. 40. Deska s plošnými spoji C319 pro zapojení z obr. 39 a deska, osazená součástkami

IO 555 je uvnitř své struktury uspořádán tak, že je-li na jeho vývodu *4* napětí větší než asi 0,7 V, je možná jeho činnost v astabilním módu. Je-li však na tomto vývodu napětí menší než 0,7 V a je-li proud vývodem větší než asi 0,1 mA (tj. např. při uzemnění vývodu *4* přes rezistor s odporem menším než asi 7 kΩ), IO 555 v astabilním módu pracovat nebude a na jeho výstupu bude úroveň L. Je-li tedy obvod zapojen podle obr. 41, bude na vývodu *3* díky rezistoru R3 úroveň L do té doby, než bude stisknuto tlačítko Tl, což vyvolá na vývodu *4* úroveň H.

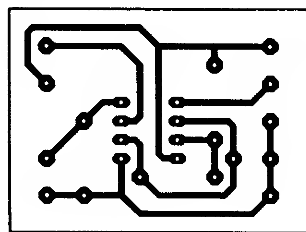
Na obr. 43 je pak zapojení, při němž obvod do okamžiku stisknutí tlačítka pracuje, po stisknutí tlačítka bude na vývodu *4* úroveň L (je spojen se zemí) a na výstupu bude tedy také úroveň L. V obou zapojeních je ovšem možné místo mechanických tlačítek použít elektrické obvody se stejnými funkcemi.

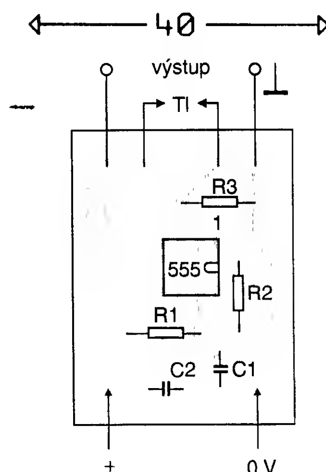
Průběh výstupního signálu a nabíjení časovacího kondenzátoru zapojení na obr. 41 je na obr. 41b. Jak je z obrázku zřejmé, trvá první polovina cyklu oscilací podstatně déle, než všechny další, při nichž se kondenzátor nenabíjí již od nuly, ale od 1/3 U_{cc}.





Obr. 41. Hradlovaný generátor signálu pravoúhlého průběhu o kmitočtu 1 kHz(a) a průběhy signálu na výstupu a na časovacím kondenzátoru





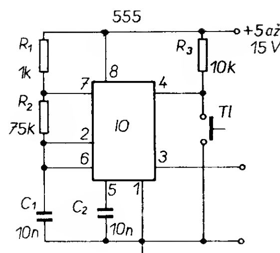
Obr. 42. Deska s plošnými spoji C230 zapojení z obr. 41 a deska, osazená součástkami

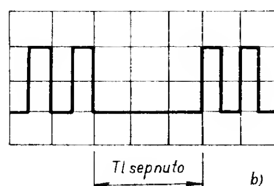
V této souvislosti je si třeba uvědomit, že když obvod nepracuje, je na kondenzátoru vždy napětí blízké nule a napětí na výstupu má úroveň L (také blízkou nule).

Z obr. 43b je také zřejmý vliv doby stisknutí tlačítka na průběh výstupního signálu.

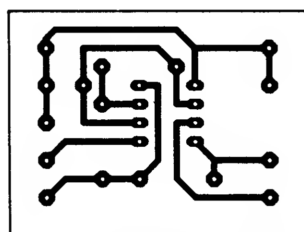
Desky s plošnými spoji pro obě popisovaná zapojení jsou na obr. 42 a 44.

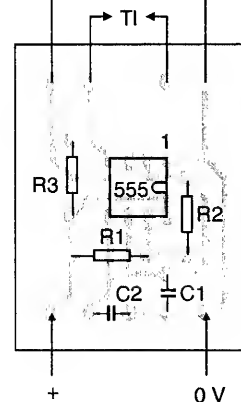
Zapojení na obr. 45 nabízí další možnost, jak spouštět činnost 555 v astabilním módu. Tranzistor je za běžného stavu otevřen (díky rezistoru R_1), takže představuje sepnutý spínač. Spoj časovací kondenzátor - rezistor R_4 je tedy vlastně připojen na zem přes rezistor R_2 (lépe řečeno je na něm napětí blízké nule) a obvod nepracuje. Po stisknutí tlačítka Tl bude na bázi tranzistoru nula, tranzistor se uzavře, kondenzátor se může nabíjet a obvod může oscilovat.





Obr. 43. Jiný hradlovaný oscilátor 1 kHz (a) a průběh jeho výstupního signálu (b)



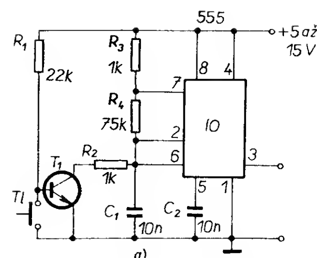


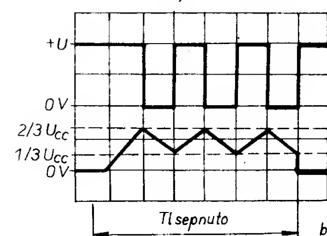
Obr. 44. Deska s plošnými spoji C321 pro zapojení na obr. 43 a deska, osazená součástkami

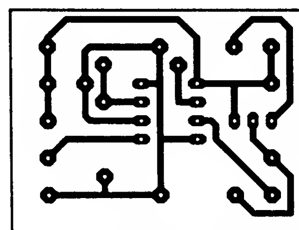
Jak je zřejmé z obr. 45b, je opět začátek pracovního cyklu delší. Výstupní úroveň obvodu ve vypnutém stavu je H.

Deska s plošnými pro zapojení na obr. 45 je na obr. 46. Místo tlačítka lze pochopitelně použít i spínač, chceme-li zajistit, aby obvod pracoval i bez nutnosti stále tisknout tlačítko.

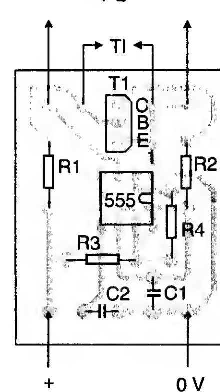
Obvod na obr. 47 ukazuje, jak lze zapojením tlačítka, na zvolenou dobu přerušovat činnost obvodu. Činnost obvodu lze ovládat i digitálním signálem, přiváděným na vstupy *2, 6* přes diodu (v tom případě lze vypustit tlačítko). Průběh výstupního signálu v závislosti na stavu tlačítka je na obr. 47b, deska s plošnými spoji na obr. 48.





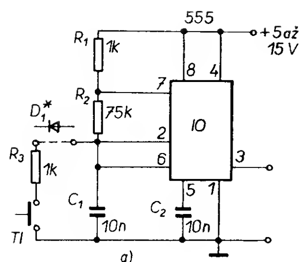


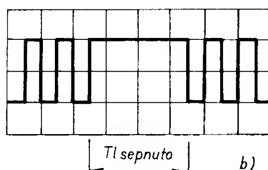
Obr. 45. Varianta zapojení z obr. 43 (a) a průběhy signálu na výstupu a časovacím kondenzátoru (b)



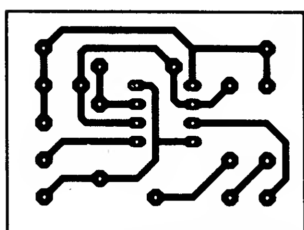
Obr. 46. Deska s plošnými spoji C322 pro zapojení z obr. 45 a deska, osazená součástkami (T_1 = KC238B, BC238, BC182 apod.)

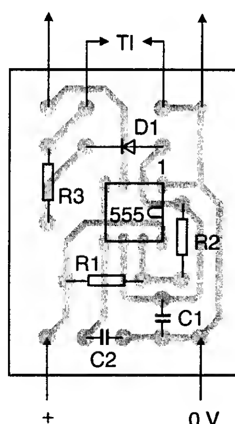
Konečně na obr. 49 je zapojení IO 555 jako oscilátoru (generátoru) signálu přesného kmitočtu, u něhož byla zkrácena doba první poloviny cyklu činnosti na úroveň všech následujících úpravou zapojení: byl přidán tranzistor, který je v oblasti saturace při nesepnutém tlačítku. Dělič napětí z R_2 a R_3 zabezpečuje přes diodu D_1 na spoji R_5, C_1 napětí poněkud menší, než je 1/3 U_{cc}. Obvod nepracuje. Spojí-li se kontakty tlačítka, tranzistor se uzavře, dioda D_1 je pólována obráceně přes rezistor R_2 a obvod může oscilovat. I v tomto případě se kondenzátor nabíjí při prvním stisknutí tlačítka nikoli od





Obr. 47. Další varianta hradlovaného oscilátoru 1 kHz (a) a průběh výstupního signálu (b)



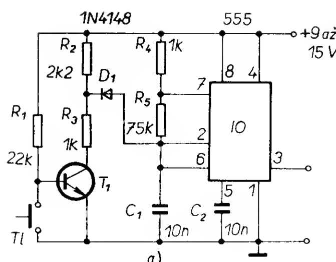


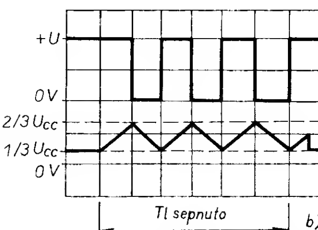
Obr. 48. Deska s plošnými spoji C323 pro zapojení z obr. 47 a deska, osazená součástkami

nuly, ale od napětí, blízkého 1/3 U_{cc}, proto je i první polovina pracovního cyklu oscilátoru blízká všem dalším.

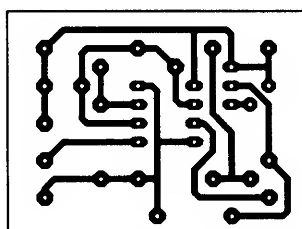


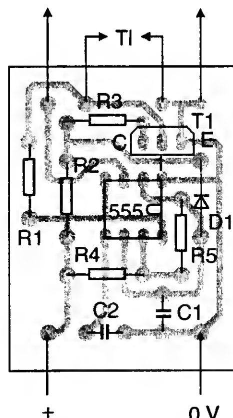
U všech astabilních obvodů s 555 lze např. pro získání speciálních průběhů výstupního napětí zavést na vývod *5*, řídicí napětí, modulační signál, a to buď FM (kmitočtově modulovaný) nebo PPM (pulsně polohově modulovaný), neboť vývod *5* vede na část vnitřního děliče napětí. Vstup pro modulační signál je možné navázat na modulační signál buď „střídavě" podle





Obr. 49. Přesná verze oscilátoru z obr. 45 (a) a průběh výstupního signálu a signálu na časovacím kondenzátoru (b)



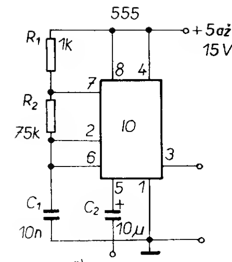


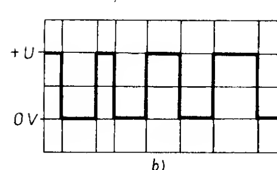
Obr. 50. Deska s plošnými spoji C324 pro zapojení z obr. 49 a deska, osazená součástkami (T_1 = KC238B, BC238, BC182 apod.)

obr. 51, nebo „stejnosměrně" podle obr. 53.

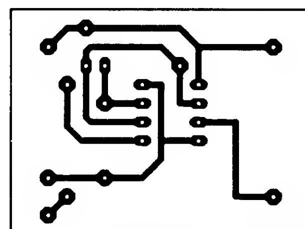
Pro střídavou vazbu slouží kondenzátor C_2 na obr. 51, výstupní signál na vývodu *3* IO má pak průběh podle obr. 51b. Z průběhu je zřejmé, že modulačním signálem lze v tomto případě měnit šířku impulsů, mezera mezi impulsy zůstává stejná. Při tomto způsobu modulace se mění i kmitočet výstupního modulovaného signálu.

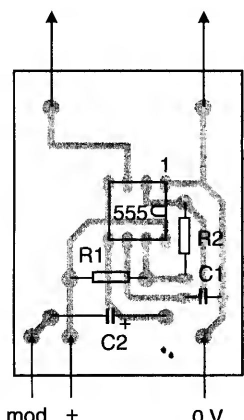
Pro stejnosměrnou vazbu modulačního signálu lze použít zapojení na obr. 53. Kmitočet výstupního signálu lze pak měnit rezistorem s proměnným odporem, R_5.





Obr. 51. Ovládání generátoru pravoúhlého signálu s IO 555 vnějším kmitočtově modulovaným signálem (FM) nebo signálem PPM (pulsně polohová modulace) - střídavá vazba ovládacího signálu (a) a průběh výstupního signálu (b)



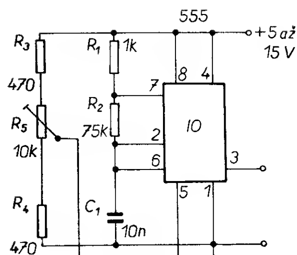


Obr. 52. Deska s plošnými spoji C325 pro zapojení na obr. 51 a deska, osazená součástkami

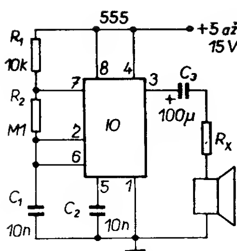
Desky s plošnými spoji pro obě zapojení jsou na obr. 52 a 54.



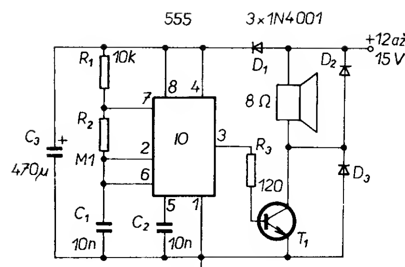
Jedněmi z nejrozšířenějších aplikací časovače 555 v astabilním módu jsou nejrůznější sirény, tj. zapojení, v nichž 555 slouží jako zdroj signálu k buzení reproduktorů či sluchátkových vložek. Příklady zapojení jsou na obr. 55 až 58 a ukazují možné způsoby, jak získat poplachové signály pro sirény. Všechna zapojení mají jedno společné - jsou uváděna do chodu buď připojením nebo odpojením napájecího napětí.



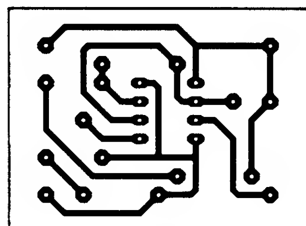
Obr. 53. Generátor jako na obr. 51 se stejnosměrnou vazbou ovládacího signálu(R_5 nastavení kmitočtu)

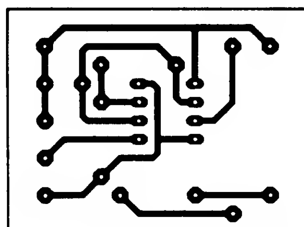


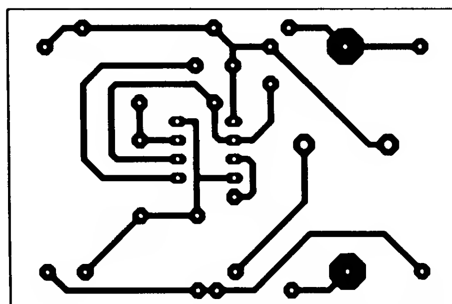
Obr. 55. Obvod pro poplašný tón o kmitočtu 800 Hz. Součet odporu rezistoru a impedance reproduktoru nesmí být menší než 75 Ω (výstupní výkon větší než asi 0,5 W)

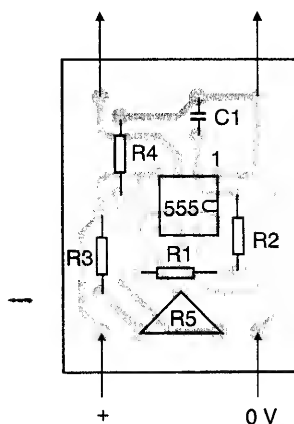


Obr. 57. Zapojení z obr. 55 se zvětšeným výstupním výkonem

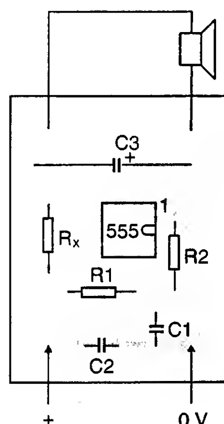




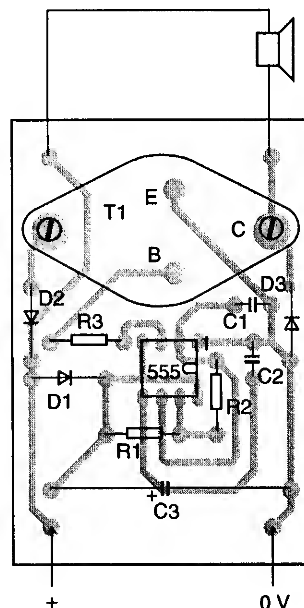




Obr. 54. Deska s plošnými spoji C326 pro zapojení z obr. 53 a deska, osazená součástkami



Obr. 56. Deska s plošnými spoji C327 pro zapojení z obr. 55 a deska, osazená součástkami



Obr. 58. Deska s plošnými spoji C328 pro zapojení z obr. 57 a deska, osazená součástkami (jako T_1 lze použít např. 2N3055 nebo některý z tranzistorů řady KD)

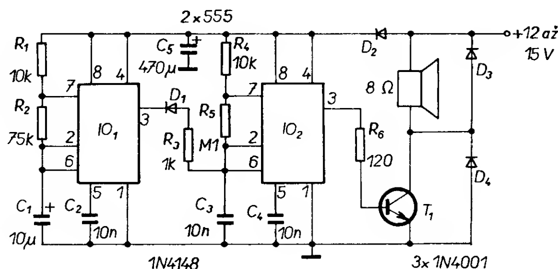
Obvod na obr. 55 dodává do reproduktoru signál pravoúhlého průběhu o kmitočtu 800 Hz. Obvod lze napájet libovolným napětím v mezích 5 až 15 V. Použitý reproduktor může mít libovolnou impedanci, je však třeba, aby rezistor R_x v sérii s reproduktorem měl takový odpor, aby součet impedance reproduktoru a odporu rezistoru byl vždy větší než asi 75 Ω, neboť v opačném případě by se mohl zničit integrovaný obvod, jeho koncový stupeň. Takto zapojený výstup IO zajistí, že nebude překročen i při maximálním napájecím napětí dovolený výstupní proud IO 555, tj. 200 mA. Výstupní elektroakustický výkon bude záviset na impedanci reproduktoru a napájecím napětí, maximálně lze dosáhnout asi 750 mW a to s reproduktorem o impedanci 75 Ω při napájecím napětí 15 V.

Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 55 je na obr. 56.

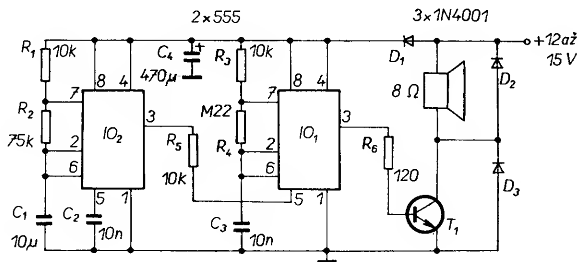
V zapojení na obr. 57 jde v podstatě o stejný generátor signálu o kmitočtu 800 Hz, výstupní signál IO je však zesilován tranzistorem, takže dosažitelný elektroakustický výkon je až několik wattů. Při realizaci tohoto zapojení je si třeba uvědomit, že se zvětšujícím se výkonem se zvětšují i nároky na napájecí zdroj, který musí dodat dostatečný proud a v napájecím napětí se mohou objevit rušivé špičky - ochranou proti těmto špičkám je dioda D_1 a vyhlazovací kondenzátor C_3. Diody D_2 a D_3 se používají ze stejného důvodu jako diody paralelně a v sérii s cívkou relé (popsáno v části, věnované monostabilnímu módu činnosti IO 555), ochraňují výstup IO před zničením indukovanými napětími, které vznikají při změně proudu, protékajícího cívkou reproduktoru.

Deska s plošnými spoji je na obr. 59 - jako tranzistor lze podle napájecího napětí a požadovaného výkonu použít v podstatě libovolný typ univerzálních nebo spínacích druhů s vodivostí n-p-n, např. i naše staré typy z řady KU. Ideální by byl asi nejrozšířenější univerzální výkonový tranzistor 2N3055, vyráběný před časem i u nás pod označením KD3055, nebo jeho „méně výkonová" verze 2N3054. Uvedené doporučení platí i pro zapojení na dalších obrázcích (až do obr. 65).

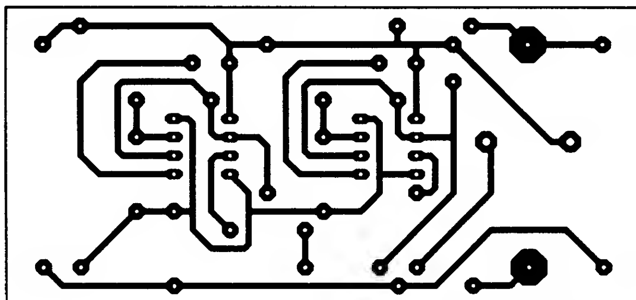
Na obr. 59 je zapojení generátoru přerušovaného tónu v akustickém pásmu. Jeden integrovaný obvod je zapojen jako generátor signálu o kmitočtu asi 800 Hz (multivibrátor) a druhý IO 555 pracuje jako generátor signálu o kmitočtu 1 Hz. Tímto signálem je spínána a přerušována činnost generátoru 800 Hz přes diodu D_1 (jednou za sekundu), takže výsledný signál je

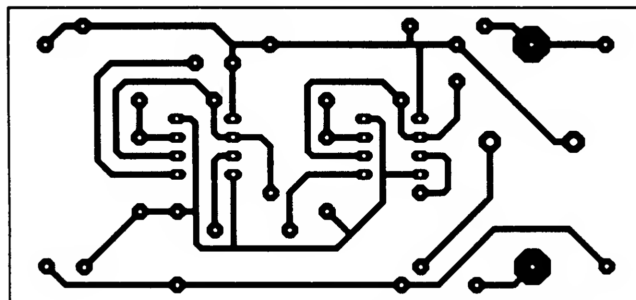


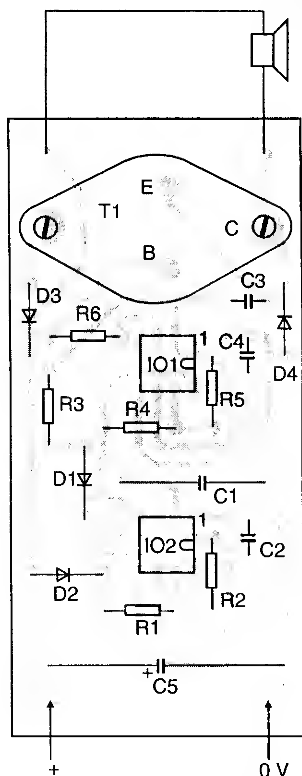
Obr. 59. Jiný generátor poplachového tónu 800 Hz



Obr. 61. Obvod modulovaného poplachového signálu







Obr. 60. Deska s plošnými spoji C329 zapojení z obr. 59 a deska, osazená součástkami. Pro výběr tranzistoru platí poznámka u obr. 58, C_1 = TE 984

v pravidelných intervalech přerušován. Deska s plošnými spoji je na obr. 60, pro tranzistor platí totéž, co pro zapojení z obr. 57.

Zapojení na obr. 61 slouží jako zdroj velmi pronikavého poplašného dvoutónového signálu. Jeden z IO je zapojen opět jako zdroj základního poplašného signálu, druhý dodává impulsy 1 Hz, které však v tomto případě nepřerušují tón prvního generátoru, ale modulují jej (přes rezistor R_5). Kmitočet výstupního signálu proto kolísá mezi 440 až 500 Hz v jednosekundových intervalech.

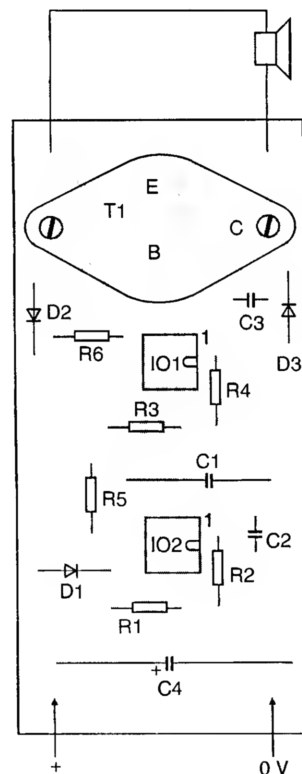
Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 61 je na obr. 62.

Zvuk policejní sirény imituje zapojení na obr. 63. V tomto případě pracuje jeden z IO jako nf oscilátor s periodou jednoho pracovního cyklu asi šest sekund. Tímto signálem se budí emitorový sledovač s T_1 a ten přes rezistor R_6 signálem ze svého emitoru kmitočtově moduluje vlastní generátor poplachového signálu. Výstupní signál má v tomto případě střední kmitočet asi 500 Hz.

Po zapnutí se kmitočet výstupního signálu zvyšuje po dobu asi tří sekund až na nejvyšší úroveň a poté po dobu tří sekund se opět snižuje - to se opakuje samočinně až do vypnutí přístroje.

Deska s plošnými spoji pro policejní sirénu je na obr. 63. Jako T_1 lze použít libovolný univerzální tranzistor p-n-p, pro výběr T_2 viz poznámku u zapojení na obr. 57.

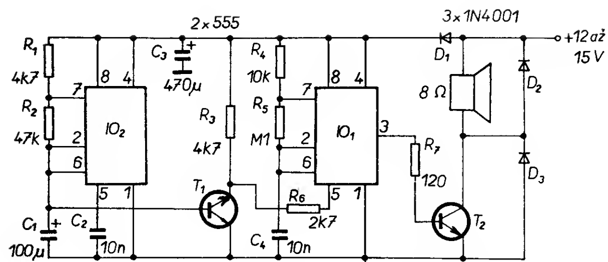
A konečně na obr. 65 je poslední zapojení tohoto druhu - pronikavý poplachový signál vesmírné lodi Star Trek. Časovací kondenzátor C_1 je střídavě nabíjen přes rezistor R_1 a diodu D_1 a vybíjen přes rezistor R_2, je zapojen jako generátor nesymetrického signálu. To má za následek rychle se zvětšující a pomalu se zmenšující napětí na časovacím kondenzátoru. Po úpravě tranzistorem T_1 tento signál je jako modulační veden na vývod 5, řídicí napětí, druhého IO. Proto se pomalu zvyšuje a rychle snižuje kmitočet výstupního signálu. Signál pravoúhlého průběhu na výstupu *3* levého integrovaného obvodu přerušuje činnost pravého integrovaného obvodu při doznívání poplachového signálu (tranzistorem T_2).



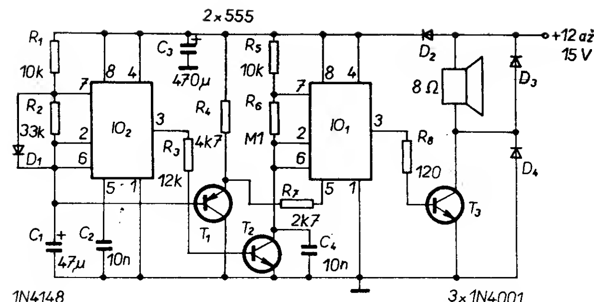
Obr. 62. Deska s plošnými spoji C330 pro zapojení z obr. 61 a deska, osazená součástkami (pro tranzistor platí poznámka v textu pod obr. 58, C_1 = TE 984)

Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 65 je na obr. 66. K výběru součástek byly poznámky u předchozích zapojení.

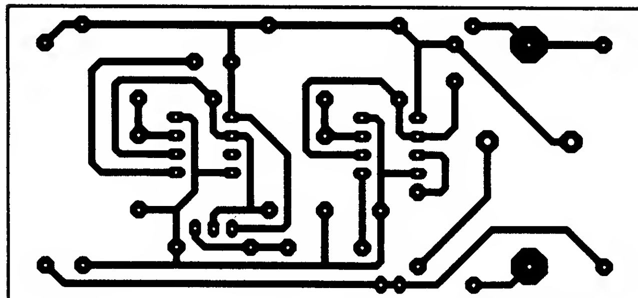
U všech zatím popisovaných zapojení byl jako výstup použit vývod *3* integrovaného obvodu - pro některé

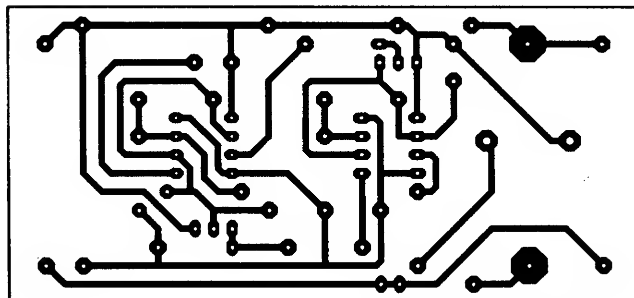


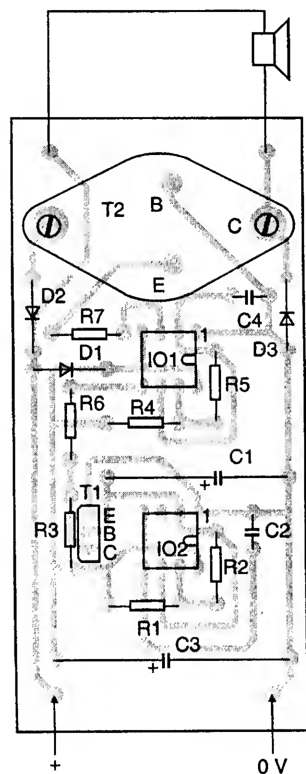
Obr. 63. Obvod, imitující zvuk policejní sirény



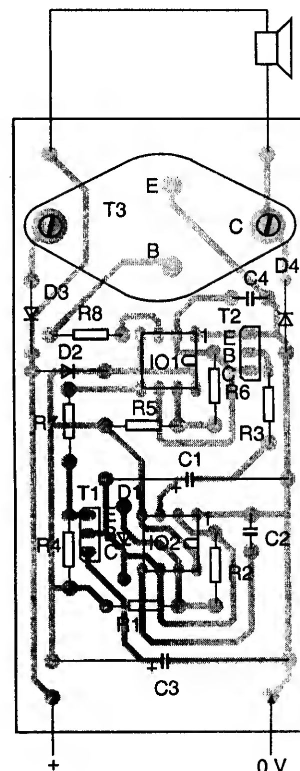
Obr. 65. Obvod k získání pronikavého poplachového signálu vesmírné lodi Star Trek







Obr. 64. Deska s plošnými spoji C331 pro zapojení z obr. 63 a deska, osazená součástkami (T_1 = KC238B, BC238, apod., T_2 = 2N3055, KD..., KU..., C_1 = TE 984)



Obr. 66. Deska s plošnými spoji C332 zapojení z obr. 65 a deska, osazená součástkami (T_1 = KC308B, T_2 = KC238B, BC238 apod., T_3 = 2N3055, KD..., KU...)

účely by však bylo možno využít i signál pilovitého průběhu na nabíjecím kondenzátoru - především tehdy, když by byl kondenzátor napájen nikoli pouze přes rezistor, ale ze zdroje konstantního proudu, pak by byl pilovitý průběh napětí na kondenzátoru lineární.

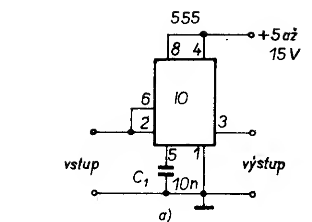
● ● ●

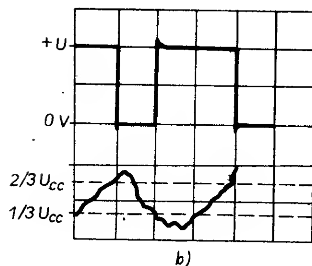
Další velkou oblastí, v níž se uplatnil IO 555, je oblast nejrůznějších, teplem nebo světlem spínaných hlásičů, přerušovačů, signalizačních zařízení a kontrolérů. V uvedených obvodech se časovač 555 používá většinou ve formě Schmittova klopného obvodu. O něm již sice byla zmínka v úvodu tohoto čísla AR řady B, ale k dalšímu výkladu je vhodné připomenout, že

- 555 se spouští a nastavuje sestupnou hranou impulsů (u většiny vyráběných obvodů),
- výstup na vývodu *3* umožňuje přijmout nebo dodat proud až 200 mA,
- pro činnost jako Schmittův klopný obvod jsou spojeny vývody *2* (spouštění) a *6* (práh) a slouží společně jako vstup,
- vnitřní komparátor A IO má vnější vstup na vývodu *6* (práh) a jeho výstup je veden na vstup R vnitřního klopného obvodu R - S, komparátor B má vnější vstup na vývodu *2* (spouštění), jeho výstup je spojen se vstupem S vnitřního klopného obvodu R - S,
- zvětší-li se vstupní napětí na spojených vývodech *2* a *6* nad mez 2/3 U_{cc}, bude na výstupu IO úroveň L a zůstane tam do té doby, než se vstupní napětí zmenší pod mez 1/3 U_{cc}, pak bude na výstupu úroveň H.

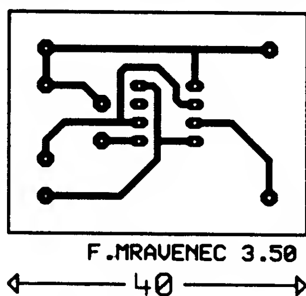
Rozdíl napětí mezi uvedenými dvěma úrovněmi je hystereze. V základním zapojení Schmittova klopného obvodu je tedy hystereze rovna 1/3 napájecího napětí. Tak velké hystereze se v praxi využívá k úpravě vstupních signálů, jak je zřejmé z grafu u obrázku základního zapojení IO 555 jako Schmittova klopného obvodu (obr. 67). Vstupní signály mohou mít tedy nejrůznější tvar, mohou být s šumem apod. - výstupní signál je vždy pravoúhlý a šířka impulsu a mezery je dána pouze průběhem vstupního signálu - tj. tím, kdy jeho velikost překročí 2/3 U_{cc} a kdy se zmenší pod 1/3 U_{cc}.

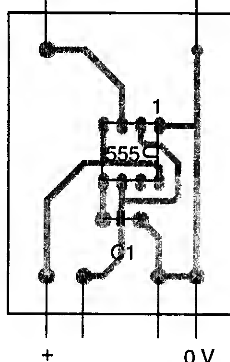
Této vlastnosti obvodu se využívá např. ke změně signálu sinusového průběhu na průběh pravoúhlý podle obr. 69. Zapojení umožňuje konvertovat sinusové signály až do kmitočtu asi 150 kHz. Napěťový dělič R_1, R_2 upravuje úroveň klidového napětí na spojených vývodech *2, 6* na velikost



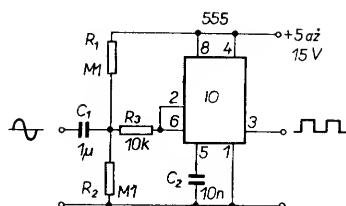


Obr. 67. Nejjednodušší Schmittův klopný obvod s IO 555 a průběh signálu na vstupu a na výstupu (b)

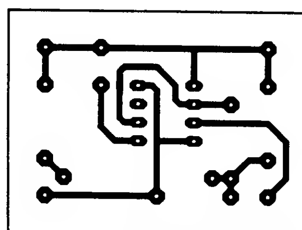


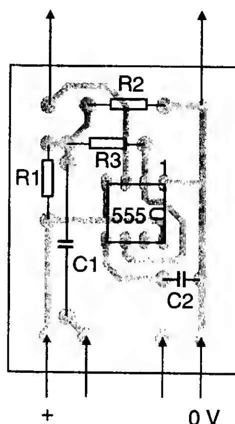


Obr. 68. Deska s plošnými spoji C333 pro zapojení na obr. 67 a deska, osazená součástkami

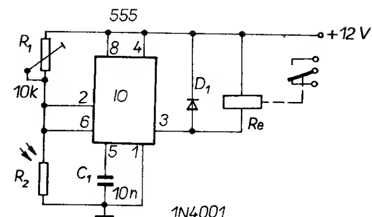


Obr. 69. Schmittův klopný obvod pro vstupní sinusový signál do 150 kHz

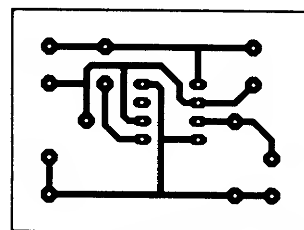


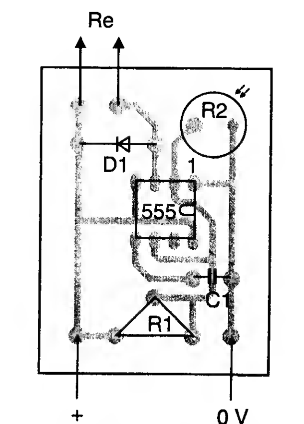


Obr. 70. Deska s plošnými spoji C334 pro zapojení na obr. 69 a deska, osazená součástkami



Obr. 71. Spínač, aktivovaný nedostatkem světla, s velkou hysterezí





Obr. 72. Deska s plošnými spoji C335 pro zapojení na obr. 71 a deska, osazená součástkami (R_2 = WK 650 60)

1/2 U_{cc}, tj. na polovinu mezi horní a dolní a dolní úrovní spínacího napětí. Na toto klidové napětí je superponován sinusový signál, přiváděný přes kondenzátor C_1. Rezistor R_3 slouží jako ochrana vstupního signálu, aby nebyl ovlivňován při přepínání IO po dosažení spínacích úrovní. Deska s plošnými spoji a deska, osazená součástkami pro zapojení konvertoru sinus / obdélník (tak se obvod v praxi nazývá) je na obr. 70. Kondenzátor C_1 by neměl být elektrolytický, vhodný by byl např. polyesterový či jiný z plastických hmot, popř. lze použít i tantalový typ.

V praxi lze obvody s IO 555 typu Schmittův klopný obvod používat nejrůznějším způsobem - např. jako spínače světla, aktivované nedostatkem světla (tmou) podle obr. 71. Na vstupu obvodu je zapojen napěťový dělič z fotorezistoru a odporového trimru a jejich odpor by měl být pro start obvodu zhruba shodný.

Relé na výstupu musí splňovat podmínku max. proudu pro výstup *3* IO - pro 12 V musí mít tedy relé odpor cívky větší než asi 60Ω ($R = U/I$ = 12 V/ 0,2 A = 60 Ω).

Deska s plošnými spoji pro zapojení na obr. 71 je na obr. 72.

Použitelnost tohoto typu Schmittova klopného obvodu omezuje kromě jiného velká hystereze obvodu. Poněkud jinak je proto řešen obvod ovládání světel na obr. 73, který je zapojen spíše jako komparátor, než jako klopný obvod. Obvod má dva vstupy, jeden (na vývodu *6*) ovládá vnitřní pravý komparátor (A) a je připojen přes rezistor R_3 na napájecí napětí, napětí na něm je tedy konstantní. Ovládací vstup druhého vnitřního komparátoru je připojen na střed napěťového děliče, ovládaného světlem (tmou).

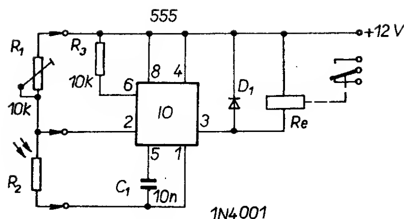
Jako fotorezistor lze použít libovolný typ CdS (kadmiumsulfid), který má odpor v mezích 470 až 10 000 Ω v okamžiku, kdy by se mělo zapnout/vypnout světlo.

Obvod může sloužit i jako spínač, reagující na světlo - pak by se musel prohodit v zapojení odporový trimr s fotorezistorem podle obr. 74a. Všechny další možnosti použití jsou zřejmé z obr. 74b a 74c - jde o spínače, reagující na teplotu menší nebo větší, než je teplota nastavená odporovým trimrem. Pro tyto účely je pouze třeba zaměnit fotorezistor za termistor (odpor se záporným teplotním součinitelem - při zvyšování teploty se odpor termistoru zmenšuje). Požadovaný odpor termistoru pro oblast sepnutí/vypnutí je shodný jako u fotorezistoru - 470 až 10 000. Termistor lze použít libovolného typu, při koupi je si třeba uvědomit, že jeho jmenovitý odpor je udáván při teplotě 25 C.

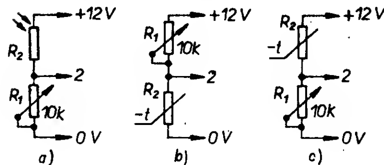
Deska s plošnými spoji pro zapojení na obr. 73 je na obr. 75, na stejném obr. jsou i varianty osazení součástek pro různé senzory.

● ● ●

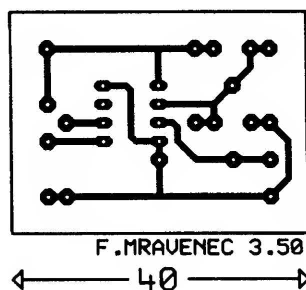
Několik dalších ukázek zapojení IO 555 využívá časovač opět jako multivibrátor (oscilátor, v astabilním módu).

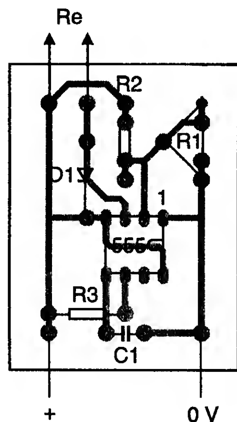


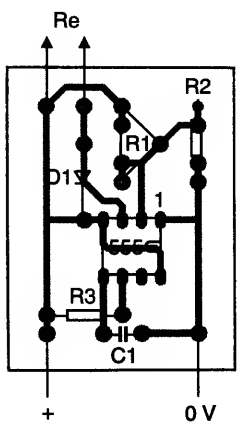
Obr. 73. Jiné zapojení spínače, aktivovaného nedostatkem světla



Obr. 74. Možná zapojení vstupních senzorových obvodů; a) ovládání světlem, b) pro teplotu nižší než nastavenou, c) pro teplotu vyšší než nastavenou





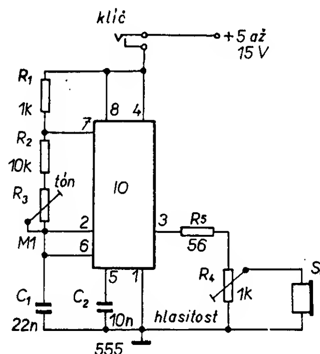


Obr. 75. Deska s plošnými spoji C336 zapojení z obr. 73 pro všechny druhy senzorového obvodu a desky, osazené součástkami (R_2 je podle potřeby buď fotorezistor nebo termistor)

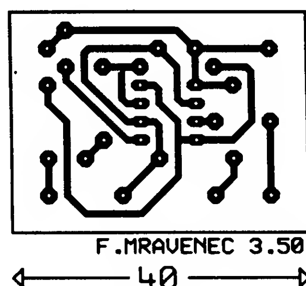
Při tomto způsobu činnosti má IO několik základních předností:

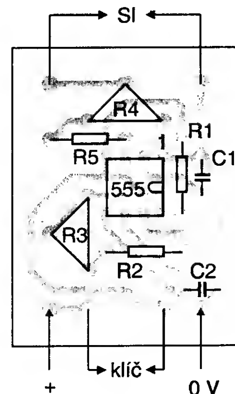
- kmitočet výstupního signálu je stabilní i při změnách napájecího napětí a vnější teploty,
- kmitočet výstupního signálu lze měnit v širokých mezích např. jednoduchým potenciometrem (obecně rezistorem s proměnným odporem),
- výstup s malou impedancí umožňuje dodat nebo odebrat proud až 200 mA.

Typickou ukázkou zapojení IO jako oscilátoru je obvod na obr. 76. Jde o jednoduchý zdroj signálu s možností změnit jak kmitočet, tak velikost výstupního signálu - použít jej lze např. jako zařízení pro výuku značek telegrafní abecedy. Kmitočet výstupního signálu lze měnit v rozsahu 300 až 3000 Hz (proměnným rezistorem s odporem 100 kΩ, R_3). Výstupním signálem lze napájet sluchátka se stejnosměrným odporem v mezích jednotky ohmů až jednotky megaohmů při napájecím napětí v mezích 5 až 15 V



Obr. 76. Generátor telegrafních značek, umožňující měnit jak výšku tónu, tak hlasitost





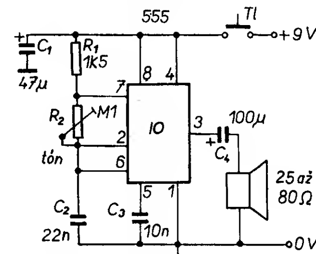
Obr. 77. Deska s plošnými spoji C337 pro zapojení na obr. 76 a deska, osazená součástkami

v signálem nastavitelné úrovně (R_4). Protože telegrafním klíčem se připojuje zdroj napájecího napětí, obvod neodebírá ze zdroje žádný klidový proud, je napájen pouze při stisknutí klíče.

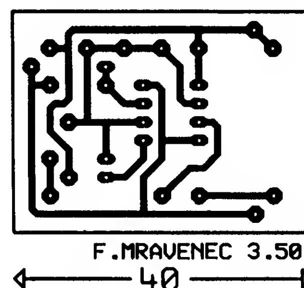
Deska s plošnými spoji je na obr. 77.

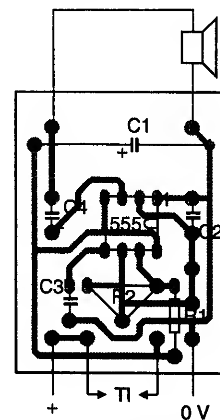
Na obr. 78 je zapojení jednoduchého dveřního „zvonku". Obvod je napájen z baterie 9 V a budí reproduktor s impedancí 25 až 80 Ω z výstupu 3 přes kondenzátor C_4. Vyhlazovací kondenzátor C_1 zabezpečuje i „dostatek proudu" pro buzení reproduktoru při spojení kontaktů tlačítka. Zapojení generuje jednotónový signál, jehož kmitočet lze měnit proměnným rezistorem R_2.

Deska s plošnými spoji a osazení součástek je na obr. 79.



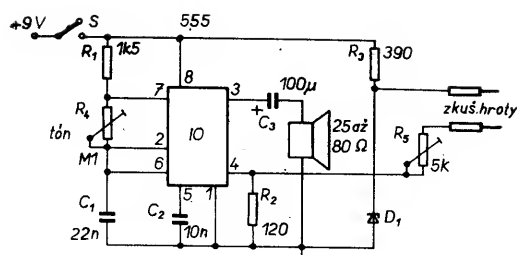
Obr. 78. Elektronický dveřní „zvonek"



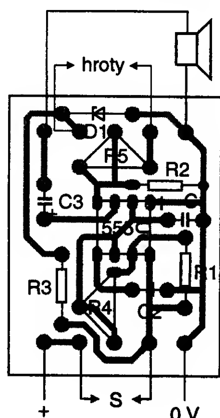


Obr. 79. Deska s plošnými spoji C338 pro zapojení z obr. 78 a deska, osazená součástkami (C_1 je typu TE 984, C_4 = TE 003, C_6 = polystyren)

Na obr. 80 je zapojení jednoduchého zkoušeče neporušenosti spojů a velmi malých odporů. Zapojení budí slyšitelným signálem reproduktor nebo sluchátka, je-li odpor mezi zku-

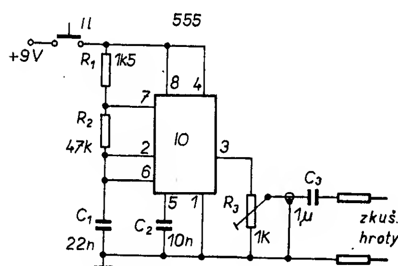


Obr. 80. Zkoušeč neporušenosti spojů (vodivosti). D_1 má Zenerovo napětí 6,8 V (R_5 citlivost)

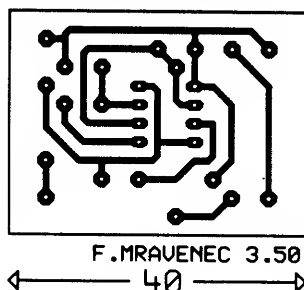


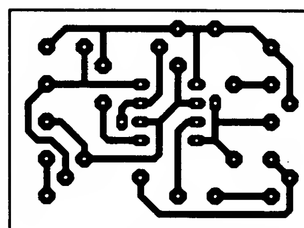
šebními hroty menší než několik ohmů. Obvod budí sluchátka nebo reproduktor pouze v tom případě, má-li vstup nulování (vývod *4*) kladné předpětí asi 600 mV nebo více, potřebné předpětí lze nastavit potenciometrem (proměnným odporem) R_5. Není-li ke zkušebním hrotům připojen nějaký malý (či nulový) odpor, je vývod 4 připojen přes rezistor R2 na zem a obvod žádný výstupní signál nedodává.

Deska s plošnými spoji pro zapojení na obr. 80 je včetně osazení součástkami na i obr. 81.



Obr. 82. Signální generátor s měnitelnou výstupní úrovní





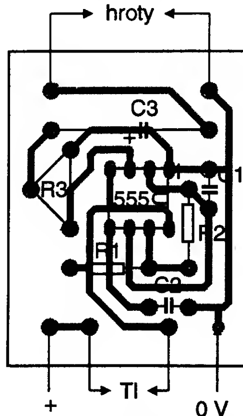
Obr. 81. Deska s plošnými spoji C339 pro zapojení z obr. 80 a deska, osazená součástkami (C_3 = TE 003)

Jednoduchý zdroj zkušebního signálu pro ověřování rozhlasových přijímačů a nf zesilovačů je na obr. 82. Obvod pracuje, stiskne-li se tlačítko, a na výstupu je signál pravoúhlého průběhu o kmitočtu několik stovek Hz. Výstupní signál má velmi mnoho harmonických, jejichž kmitočty zasahují až do oblasti desítek MHz a ty mohou být detekovány rozhlasovými přijímači. Výstupní signál se do zařízení zavádí zkušebními hroty (přes kondenzátor) a jeho velikost lze regulovat proměnným odporem R_3. Aby nebyl při R_3 = 0 přetížen výstup IO, bylo by vhodné do série s rezistorem s proměnným odporem zapojit pevný rezistor s odporem asi 100 Ω.

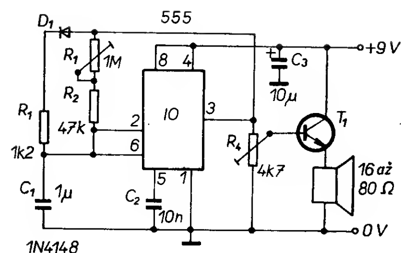
Deska s plošnými spoji je na obr. 83 včetně osazení součástkami. V zapojení by bylo výhodnější použít na výstupu místo pevného a proměnného rezistoru v sérii pouze potenciometr, na desce by pak bylo třeba přerušit příslušný spoj (běžec - spodní konec odporové dráhy).

Další zdroj signálu, tentokrát rytmického je na obr. 84. Jde o jednoduchý metronom s taktem 30 až 120 rytmických „značek" za minutu. Takt lze nastavit proměnným rezistorem R_3 a úroveň výstupního signálu potenciometrem R_4. Obvod je modifikovanou verzí klasického zapojení IO 555 jako multivibrátoru, v němž je hlavní časovací článek řízen výstupním napětím IO.

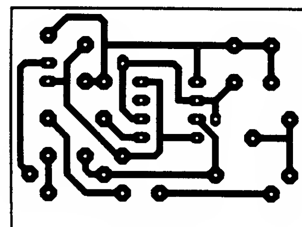
Má-li výstupní signál obvodu úroveň H, časovací kondenzátor C_1 se rychle

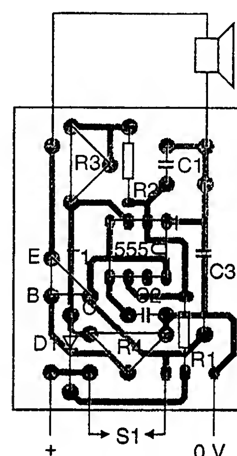


Obr. 83. Deska s plošnými spoji C340 pro zapojení na obr. 82 a deska, osazená součástkami (C_3 = TE 988)



Obr. 84. Metronom s nastavitelnou výstupní úrovní





Obr. 85. Deska s plošnými spoji C341 metronomu a deska, osazená součástkami (jako tranzistor lze použít např. KF508 nebo jiný tranzistor n-p-n středního výkonu, C_1 je tantalová kapka, C_3 = TE 984)

nabíjí přes sériovou kombinaci R_1, D_1. Vzniká velmi krátký impuls (řádu ms), po němž následuje na výstupu úroveň L, kondenzátor se vybíjí přes sériovou kombinaci R_3, R_2, která má velmi velký odpor, doba vybíjení je proto relativně dlouhá (až 2 s, to odpovídá 30 rytmickým značkám za minutu). Výstupní signál se vede přes „potenciometr hlasitosti" na zesilovací tranzistor, v jehož emitoru je zapojen reproduktor s impedancí asi 16 až 80 Ω.

Deska s plošnými spoji pro metronom je na obr. 85. Jako tranzistor lze při jejím osazování použít i KF508 nebo jiný typ se střední výkonovou ztrátou. Potenciometr R_4 lze umístit na desku s plošnými spoji (použít odporový trimr) nebo umístit mimo desku do skříňky s reproduktorem. Kondenzátor C3 může mít i větší kapacitu, především tehdy, použije-li se k buzení reproduktoru výkonový tranzistor. Kondenzátor C1 by neměl být běžný elektrolytický typ, vyhověl by polyeste-

rový nebo tantalový kondenzátor. Pak je taktovací signál konstantní.



Další skupinou zapojení IO 555, vhodnou pro nejrůznější použití, jsou zapojení na obr. 86 až 90, v nichž se používá časovač jako budič svítivých diod (blikače, hlásiče apod.). Zapojení jsou navržena tak, že doby svitu a doby vypnutí LED jsou shodné, při součástkách podle schémat asi 1 sekundu.

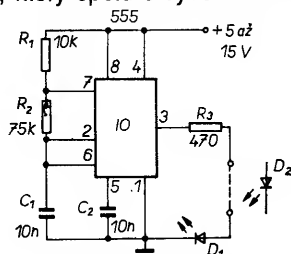
Obvod na obr. 86 je navržen jako budič jedné svítivé diody (nebo několika diod v sérii). Dioda (diody) je zapojena mezi výstup *3* IO a zem (vývod *1* IO). Odpor rezistoru R_3 se volí podle napájecího napětí a počtu diod tak, aby diodou (diodami) protékal v sepnutém stavu odpovídající proud (obvykle 10 až 15 mA).

Deska s plošnými spoji pro zapojení je na obr. 87. Pro jednu svítivou diodu je při napájecím napětí 5 V vhodný odpor rezistoru R_3 asi 330 Ω, při napájecím napětí 15 V bude vhodný odpor rezistoru R_3 asi 1 kΩ.

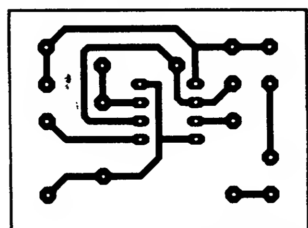
Obvod na obr. 88 je v podstatě shodný s obvodem na obr. 86, má však „dvoubodové" uspořádání výstupního obvodu - horní dioda (diody) svítí, nesvítí-li spodní dioda (diody) a opačně. Proud spodními diodami se opět volí odporem rezistoru R_3, proud horními diodami odporem rezistoru R_4.

Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 88 je na obr. 89.

Zapojení na obr. 90 je další modifikací obvodu z obr. 86. K aktivování integrovaného obvodu slouží vstupní obvod s rezistory R_3 a R_4, tranzistorem, fotorezistorem a odporovým trimrem - podle nastavení odporového trimru bude obvod aktivován v závislosti na úrovni světla, dopadajícího na fotorezistor. Uvedené součástky tvoří Wheatstonův můstek, jehož stav (vyvážený, nevyvážený) má za následek změnu stavu (vede, nevede) tranzistoru, který spolu s vývodem *4* (reset)

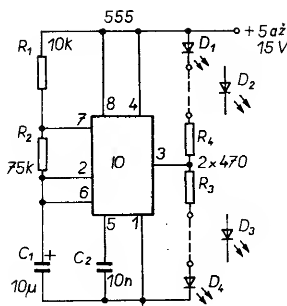


Obr. 86. Budič LED (blikač)

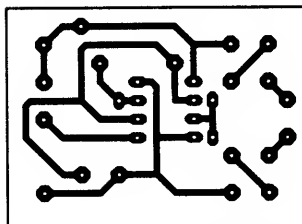


F.MRAVENEC 3.50

40

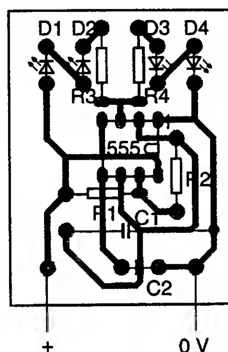


Obr. 88. Budič LED (blikač) s dvojitým výstupem



F.MRAVENEC 3.50

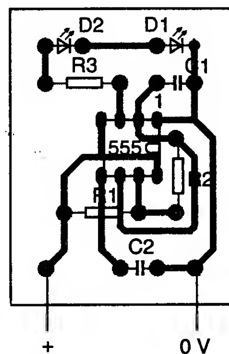
40



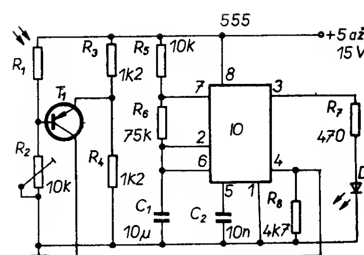
Obr. 89. Deska s plošnými spoji C343 pro zapojení na obr. 88 a deska, osazená součástkami

ovládá činnost IO. IO jako generátor v klidovém stavu nepracuje, neboť rezistor R8 zabezpečuje na vývodu *4* úroveň blízkou 0 V. Na výstupu obvodu bude signál teprve tehdy, bude-li na vývodu *4* IO napětí napětí větší než asi 600 mV. To se tam může objevit teprve tehdy, otevře-li se tranzistor.

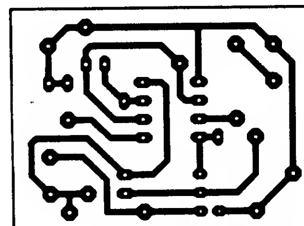
Rezistory R_3 a R_4 tvoří jednu z větví Wheatstoneova můstku a zabezpečují, že na emitoru tranzistoru bude napětí rovné polovině napájecího napětí. Druhou větev můstku tvoří fotore-



Obr. 87. Deska s plošnými spoji C342 pro zapojení z obr. 86 a deska, osazená součástkami

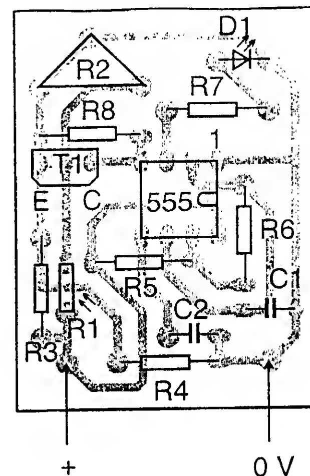


Obr. 90. Samočinně (při nedostatečném osvětlení) se zapínající blikač s LED



F.MRAVENEC 3.50

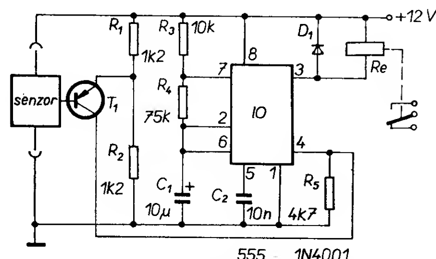
40



Obr. 91. Deska s plošnými spoji C344 pro zapojení na obr. 90a deska, osazená součástkami (C_1 = tantalová kapka, T_1 = KC308B)

zistor a proměnný rezistor R_2. Napětí na bázi „vyvažovacího" tranzistoru je závislé na nastavení proměnného rezistoru a na odporu fotorezistoru. Bude-li fotorezistor dostatečně osvětlen, bude jeho odpor velmi malý. Proto bude napětí na bázi tranzistoru takové, že tranzistor nepovede, bude uzavřen, IO bude v klidovém stavu. Zmenší-li se úroveň osvětlení fotorezistoru tak, že se jeho odpor značně zvětší, tranzistor se otevře a uvede se do činnosti IO. Práh otevření IO lze nastavit proměnným rezistorem R2. Zvolený práh světlo - tma indikuje rozsvícení svítivé diody na výstupu IO.

Deska s plošnými spoji pro zapojení na obr. 90 je na obr. 91. Obvod byl navržen pro fotorezistor, který má odpor 470 až 10 000 Ω za uvedených podmínek (světlo - tma). Jako tranzistor lze použít libovolný typ p-n-p (např. KC308).

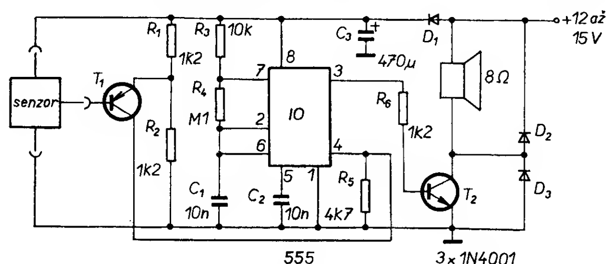


Obr. 92. Teplem nebo světlem spouštěný budič relé

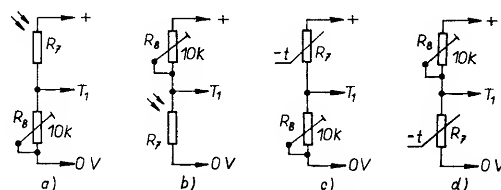
Uvedený obvod může po minimálních úpravách sloužit v praxi k různým účelům - bude-li na výstupu relé, jeho kontakty mohou spínat např. nejrůznější poplachová zařízení, žárovky, motorky apod. v závislosti na stavu vstupního obvodu, lépe řečeno na stavu senzoru, který je použit v můstku. Jako senzor je možné použít nejen fotorezistor, ale i termistor, popř. jiná čidla a tak konstruovat obvod, který by byl aktivován buď nedostatkem světla či tepla, či obráceně, jejich přebytkem.

Základní zapojení obvodu, v němž se na výstupu používá relé, je na obr. 92 (relé při napájecím napětí 12 V musí mít odpor cívky větší než 60 Ω). Kontakty relé pak mohou spínat požadované zařízení (světlo, topné těleso apod.). Stejný obvod, který má na výstupu k akustické signalizaci změny sledovaného stavu zapojen reproduktor, je na obr. 93. IO generuje tón o kmitočtu asi 800 Hz, který se zesiluje tranzistorem typu 2N3055 (výkonový křemíkový tranzistor n-p-n, univerzální typ). Vzhledem k tomu, že při činnosti reproduktoru by mohly nastat problémy se „zvlněním" napájecího napětí, byla do obvodu přidána dioda D1 a kondenzátor s relativně velkou kapacitou (C3).

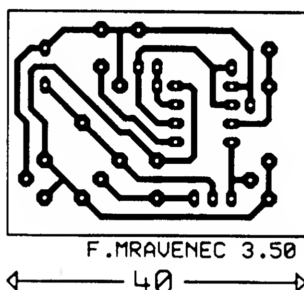
Možná zapojení jednotlivých druhů čidel jsou na obr. 94. Jako fotorezistory lze použít libovolné typy ze sirníku kadmia CdS (nejběžnější druh), jako termistory běžné typy se záporným teplotním součinitelem, jejichž odpor bude za požadovaných pracovních



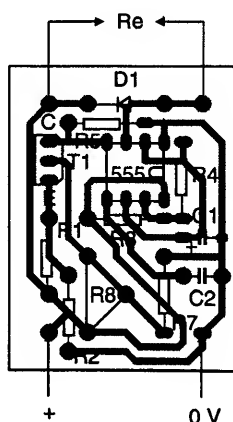
Obr. 93. Teplem nebo světlem spouštěné poplachové zařízení středního výkonu (výstupní signál má kmitočet 800 Hz)

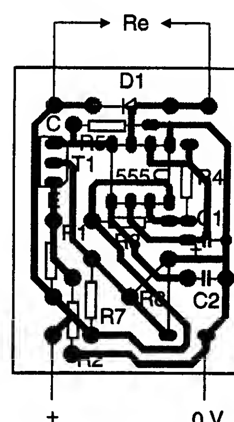


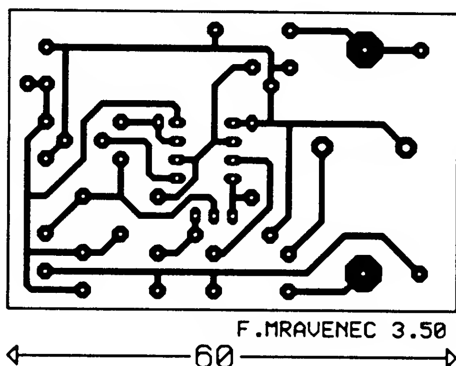
Obr. 94. Možná zapojení senzorových obvodů; a) reaguje na tmu, b) reaguje na světlo, c) reaguje na teplotu nižší než nastavenou, d) reaguje na teplotu vyšší než nastavenou



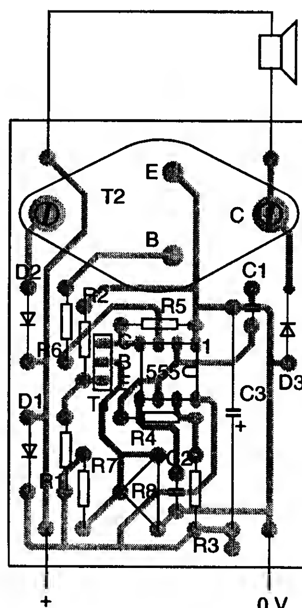
Obr. 94. Možná zapojení senzorových obvodů; a) reaguje na tmu, b) reaguje na světlo, c) reaguje na teplotu nižší než nastavenou, d) reaguje na teplotu vyšší než nastavenou

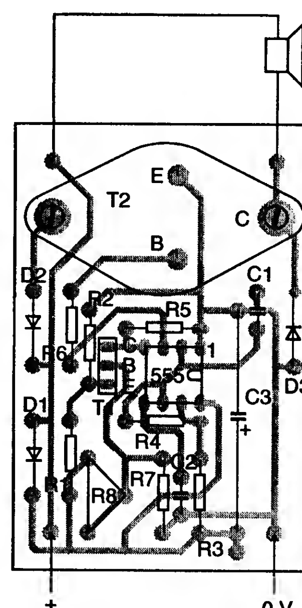


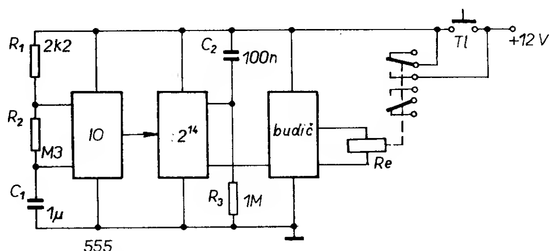




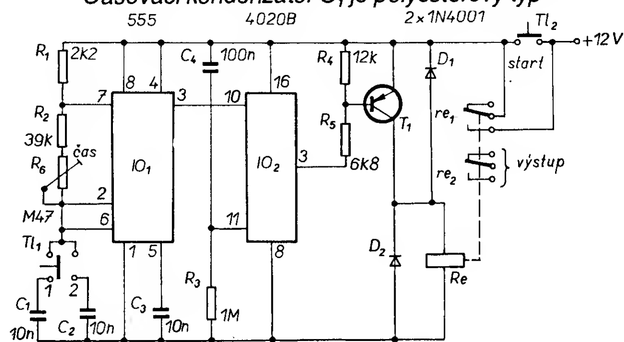
Obr. 95 c,d. Deska se spoji pro zapojení z obr. 93



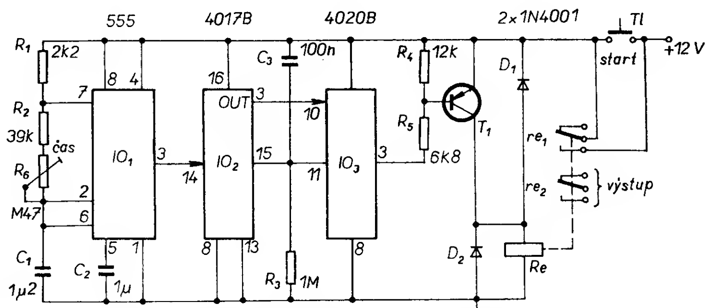




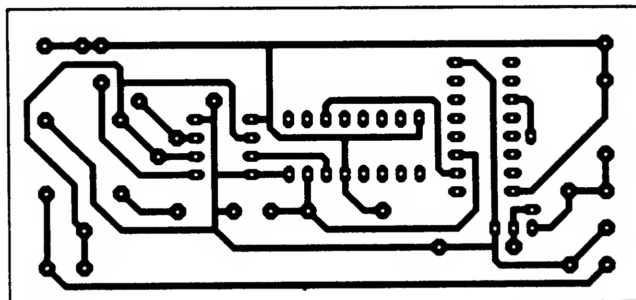
Obr. 96. Blokové schéma časovače 60 minut. IO 555 je zapojen v astabilním módu jako generátor signálu o kmitočtu 2,28 Hz (0,44 s), 14stupňová binární dělička CMOS dělí tento signál 2^{14} a výstupní obvod signál zesiluje k ovládání relé 12 V (odpor cívky větší než 120 Ω). Časovací kondenzátor C_1 je polyesterový typ

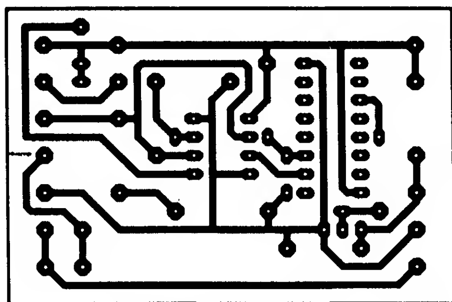


Obr. 97. Časovač s přepínáním rozsahů 1 až 10 minut a 10 až 100 minut. Relé pro 12 V s cívkou s odporem větším než 120 Ω



Obr. 99. Časovač s extrémně dlouhými časy (100 minut až 20 hodin)





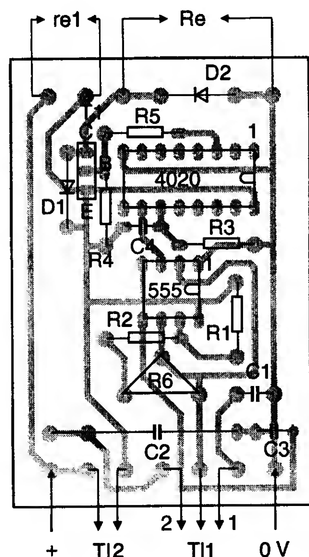
podmínek v mezích asi 470 Ω až 10 kΩ. Z obrázku je zřejmé, že čidla lze do větve můstku umístit tak, že bude možné IO aktivovat podle požadavků buď světlem nebo teplem, nebo tmou či chladem.

Desky s plošnými spoji pro zapojení na obr. 92 a 93 jsou na obr. 95. Jako tranzistor p-n-p lze použít libovolný univerzální typ (např. KC308), jako výkonový tranzistor je nejvhodnější (KD) 3055, popř. KD5XX, KD6XX.

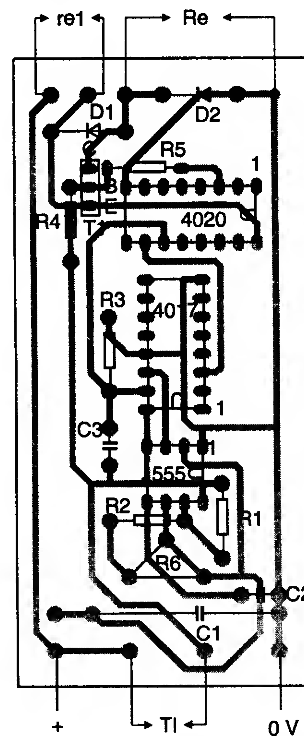
• • •

Poslední skupinou zapojení IO 555, která si podrobněji popíšeme, budou zapojení časovačů pro dlouhé časy. Na rozdíl od časovačů s krátkými nastavitelnými časy, které jsou velmi přesné (při vhodné volbě součástek), je třeba upozornit na to, že IO 555 bývá v uvedených zapojeních použit obvykle buď v monostabilním módu nebo jako generátor impulsů - v obou případech je třeba v zapojení používat elektrolytické kondenzátory s velkými kapacitami (pro časy delší než několik minut) - tyto kondenzátory však mají velké tolerance kapacity (od asi -50 do +100 % vzhledem ke jmenovité kapacitě, uvedené na pouzdru) a velké svodové proudy, které ovlivňují jejich dobu nabíjení a tedy i časovací intervaly. Pokud je to možné, je třeba jako elektrolytické kondenzátory používat nejlépe tantalové typy, u nichž jsou svodové proudy relativně malé a tolerance kapacity příznivější.

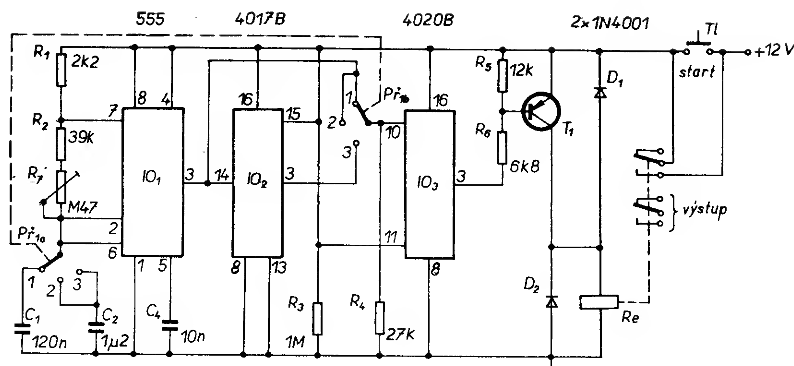
Nejvhodnější jsou ovšem taková zapojení, u nichž není třeba kondenzátory velkých kapacit vůbec používat. Výhodná pro časovače s dlouhými časy jsou proto zapojení např. podle obr. 96, v nichž IO 555 pracuje jako generátor signálu o nízkém kmitočtu, který je dělen následujícími kmitočto-



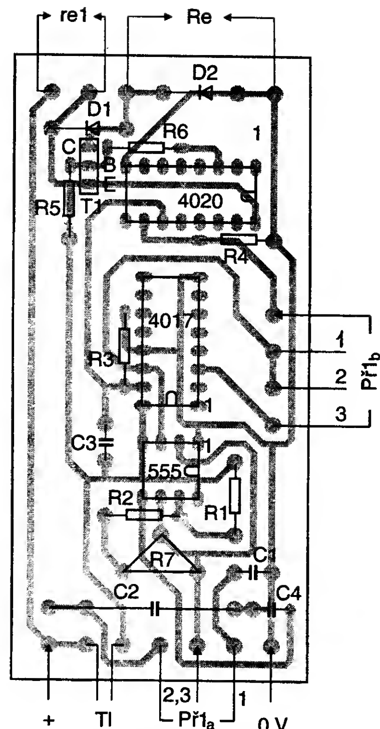
Obr. 98. Deska s plošnými spoji C347 pro zapojení z obr. 97 a deska, osazená součástkami (C_2 = TE 988, T_1 = KC308B nebo jiný p-n-p)

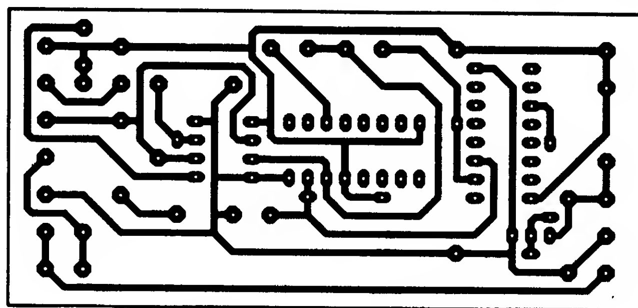


Obr. 100. Deska s plošnými spoji C348 zapojení z obr. 99 a deska, osazená součástkami (C_1 = polyester, C_2 = tantalová kapka, T_1 = KC308B nebo jiný p-n-p)



Obr. 101. Časovač 1 minuta až 20 hodin s přepínáním nastavovaných časů (Př1 poloha 1 - 1 až 12 minut, poloha 2 - 10 až 120 minut, poloha 3 - 100 minut až 20 hodin)





Obr. 102. Deska s plošnými spoji C349 zapojení z obr. 101 a deska, osazená součástkami (T_1 = KC308B nebo jiný p-n-p, C_1, C_2 - polyesterové kondenzátory nebo jiné s minimálními svody)

vými děličkami. Výstupní zařízení (např. relé) časovače je uváděno do činnosti teprve impulsy z děličky.

Zapojení na obr. 96 (časovač pro dobu 1 hodina) se skládá z IO 555 v astabilním módu, který je zapojen jako generátor signálu o kmitočtu asi 2,28 Hz (0,44 s). Tento signál se vede na 14stupňovou binární děličku CMOS a teprve z ní se odebírají impulsy pro budič výstupního zařízení (relé). Vzhledem k tomu, že 555 pracuje na nízkém kmitočtu, mohl být jako časovací kondenzátor použit jakostní polyesterový typ s velmi malou tolerancí kapacity a s velmi malým svodovým proudem, což zaručuje i dobrou přesnost časovacího intervalu. Dělička dělí signál z IO 555 16 384. Je-li na výstupu IO 555 úroveň L při začátku časovacího intervalu, přejde na H při 8192. impulsu. Stejná úroveň se udrží na výstupu až do 16 382. impulsu. Pak se výstup vrátí opět na úroveň L a jeden pracovní cyklus bude tím zakončen.

Pracovní cyklus zapojení na obr. 96 začíná přivedením napájecího napětí. Začíná pracovat generátor signálu a dělička je nastavena na nulu kondenzátorem C2 a rezistorem R3. To má za následek úroveň L na výstupu - relé přitáhne. Přes jeden pár kontaktů relé bude zařízení trvale napájeno, i když budou kontakty tlačítka ve větvi napájení rozpojeny. Přijde-li na vstup děličky 8192. impuls, na jejím výstupu se změní úroveň na H, relé odpadne a odpojí se napájecí napětí. Tím je skončen jeden pracovní cyklu.

Praktické zapojení obvodu z obr. 96 je na obr. 97. Jde o časovač se dvěma překrývajícími se časovacími rozsahy 1 až 10 minut a 10 až 100 minut. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 97 je na obr. 98. Relé je opět třeba volit pro napájecí napětí 12 V tak, aby nebyl překročen maximální povolený proud tranzistoru.

Na stejném principu pracují i zapojení na obr. 99 a 101. V nich je navíc použit obvod 4017B, což umožnilo získat dělicí poměr 1 : 81 920 a tak se prodloužila časovací doba na 100 minut až 20 hodin (obr. 99), popř. 10 minuta až 20 hodin (obr. 101). Desky s plošnými spoji pro obě zapojení jsou na obr. 100 a 102.

DALŠÍ PŘÍKLADY ZAPOJENÍ

Na dalších stránkách jsou stručně (pouze schéma a nejnutnější poznámky) uvedeny příklady použití IO 555 tak, jak byly publikovány během let v zahraničních i našich časopisech a to bez dalšího komentáře. Jde o zapojení, z nichž některá jsou pouze variantami zapojení, která byla podrobněji popsána v druhé části tohoto čísla AR řady B, jiná jsou s těmito zapojeními dokonce shodná.

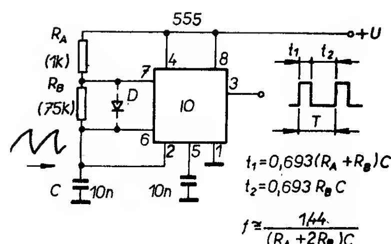
Je tomu tak proto, aby ti, kteří znají dobře činnost časovače 555 a vynechají proto obě úvodní kapitoly, měli i tak možnost seznámit se s co největším množstvím aplikací 555. Navíc rozhodne-li se někdo realizovat některé ze zapojení v této části, může si najít (nechce-li si sám navrhovat desku s plošnými spoji) podobné zapojení, pro které je již deska navržena a původní desku bud použít tak, jak byla navržena, nebo si ji upravit podle potřeby.

Do těchto vybraných zapojení se již bohužel nevešlo asi 50 schémat z kapitoly Různá zapojení. Bohužel především proto, že jde většinou o nejnovější aplikace IO 555, které právě nejlépe ukazují, jak všestranné je použití tohoto časovače. Jde např. o zapojení pod názvem Detektor výšky hladiny vody v nádrži, Sonda k měření vlhkosti půdy, Hlídač vnitřního osvětlení chladničky, Odpuzovače hmyzu a myší, Blikající šperk, Modulátor FM a vysílač modulovaného signálu, Dvě vzájemně se vybavující tlačítka, Zkoušečka elektrické instalace v autě, "Oko" pro robota, Zapojení ke změkčování "tvrdé" vody, Stmívač pro žárovky 12 V atd.

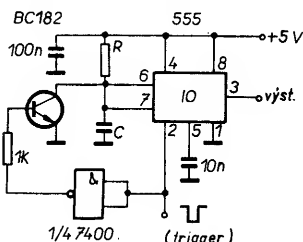
Všechna tato zapojení budou uvedena v závěru příštího čísla, tj. v AR B6/94, nebo v prvním čísle příštího ročníku AR řady B.

L.K.

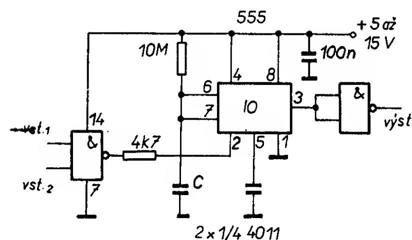
A. Generátory, oscilátory, úpravy signálu



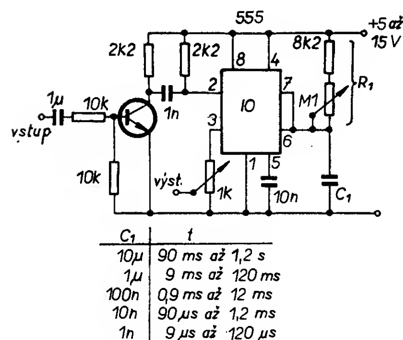
Obr. 1. Základní zapojení astabilního obvodu - multivibrátoru (s uvedenými součástkami je kmitočet výstupního signálu 1 kHz, dioda D mění poměr signál - mezera)



Obr. 2. Znovu spustitelný monostabilní klopný obvod (trigger - spouštěcí signál)

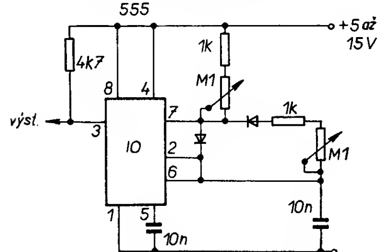


Obr. 3. Monostabilní obvod pro dlouhé časy

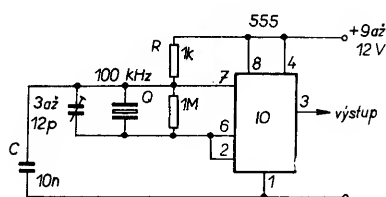


C_1	t
10μ	90 ms až 1,2 s
1μ	9 ms až 120 ms
100n	0,9 ms až 12 ms
10n	90 μs až 1,2 ms
1n	9 μs až 120 μs

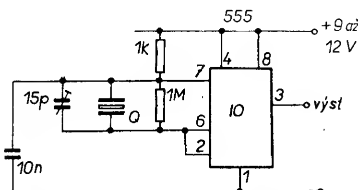
Obr. 4. Monostabilní generátor impulsů (9 μs až 1,2 s)



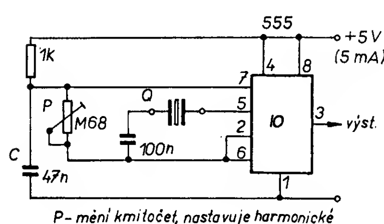
Obr. 5. Astabilní obvod s periodou výstupního signálu 7,5 až 750 μs)



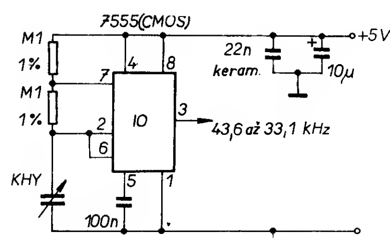
Obr. 6. Krystalový oscilátor I (může kmitat do 100 kHz i na harmonických, f = 1,433/RC)



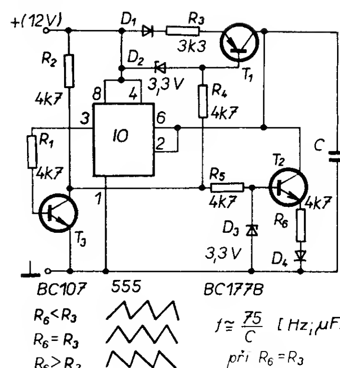
Obr. 7. Krystalový oscilátor II



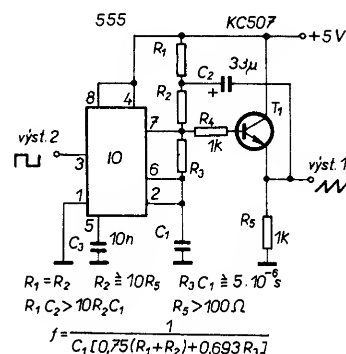
Obr. 8. Krystalový oscilátor III (potenciometrem lze nastavit kmity i na harmonických, zvětšením kapacity C se snižuje kmitočet)



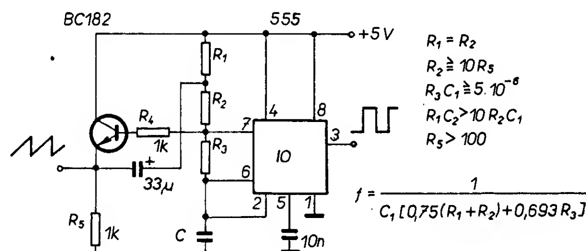
Obr. 9. Oscilátor pro čidlo vlhkosti 0 až 95 % (linearizace výstupního signálu počítačem, KHY = čidlo)



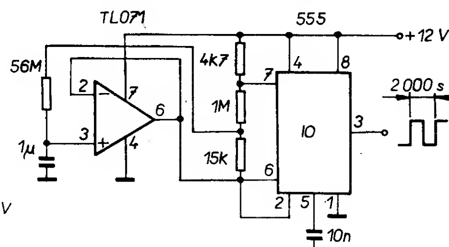
Obr. 10 Generátor signálu pilovitého průměru I s měnitelným tvarem



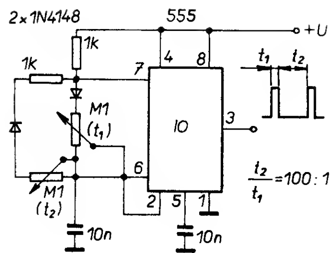
Obr. 11. Generátor signálu pilovitého průběhu II



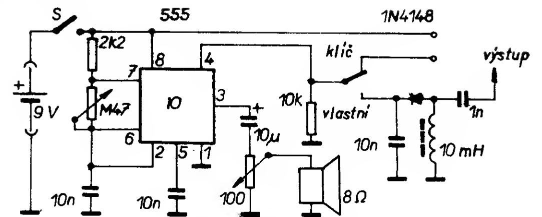
Obr. 12. Generátor řízený napětím pilovitého průběhu



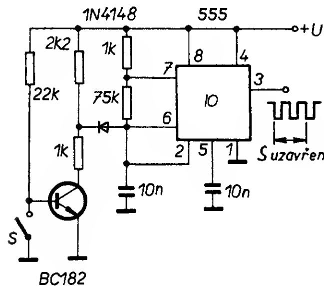
Obr. 13. Generátor napětí pravoúhlého průběhu s „ultranízkým“ kmitočtem



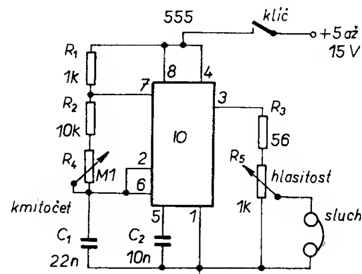
Obr. 14. Generátor napětí pravoúhlého průběhu I (t_1, t_2 lze regulovat nezávisle)



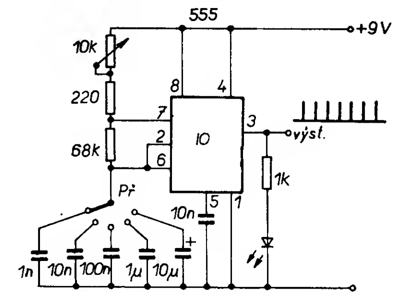
Obr. 19. Generátor signálu pro nácvik telegrafní abecedy I



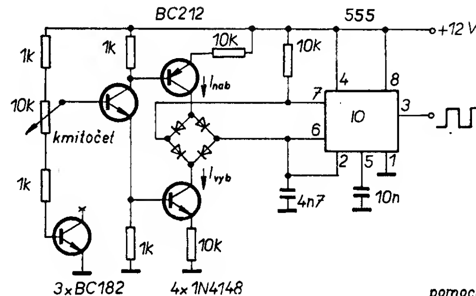
Obr. 15. Generátor napětí pravoúhlého průběhu II



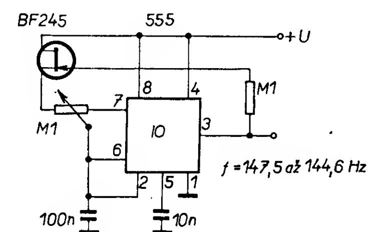
Obr. 20. Generátor signálu pro nácvik telegrafní abecedy II



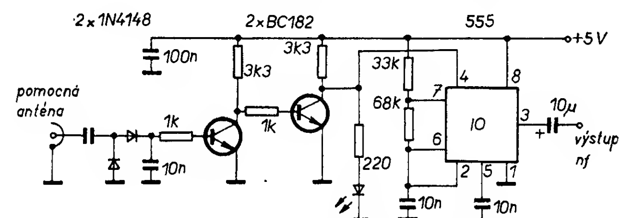
Obr. 23. Generátor impulsů 1 Hz až 10 kHz



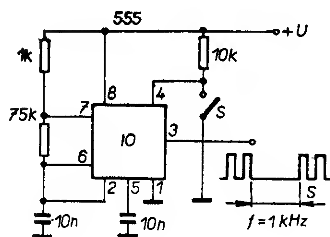
Obr. 16. Lineární generátor napětí pravoúhlého průběhu III



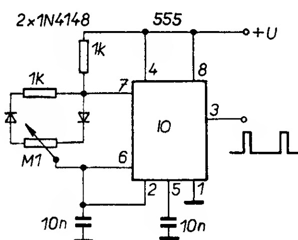
Obr. 24. Generátor impulsů s proměnným činitelem využití (5 až 95 %)



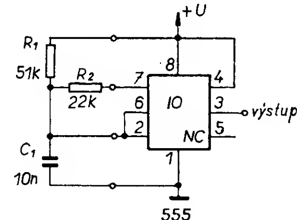
Obr. 25. Nf generátor k vysílači pro vstupní signály 2 až 500 MHz

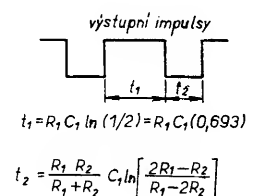


Obr. 17. Generátor napětí pravoúhlého průběhu IV

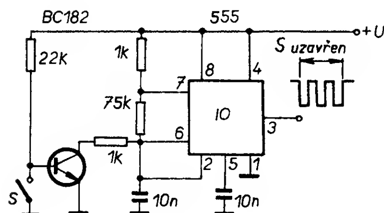


Obr. 21. Generátor impulsů s proměnným činitelem využití





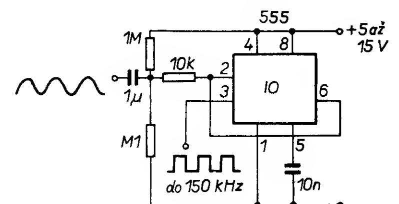
Obr. 26. Generátor impulsů s činitelem plnění 5 % (f = 1,4 kHz)



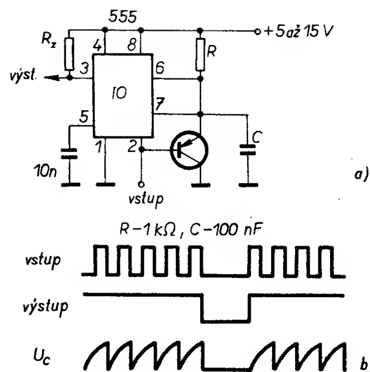
Obr. 18. Generátor napětí pravoúhlého průběhu V (f = 1 kHz)

$f = 1,4/(R_1 + 2R_2)C$

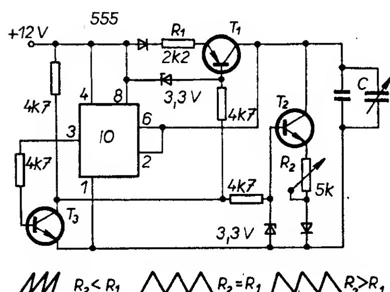
Obr. 22. Generátor nf signálu (f = 0,1, 1, 10, 100 Hz)



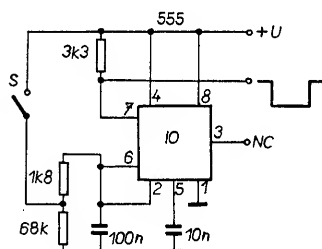
Obr. 27. Klopný obvod k úpravě napětí sinusového průběhu na pravoúhlý



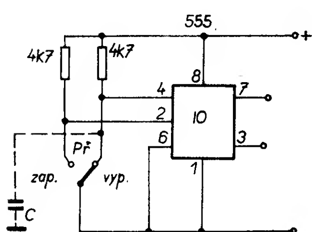
Obr. 28. Detektor vynechaného impulsu



Obr. 29. Regulace tvaru napětí trojúhelníkovitého průběhu (f asi do 100 kHz, tranzistory s co největším zesilovacím činitelem, T_3 je spínací typ, kmitočet je určen kapacitou kondenzátoru)

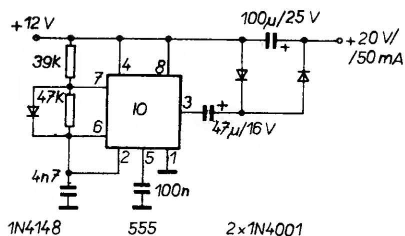


Obr. 30. Obvod proti zákmitům spínačů či tlačítek

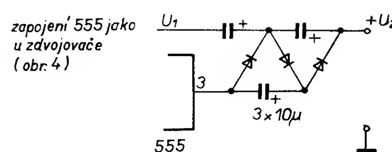


Obr. 31. Bezzákmitové spínání. Je-li na vývodu 4 zem, je na výstupech 7 a 3 úroveň L (vyp.), je-li zem na 2, je na vývodu 3 úroveň H, vývod 7 je uzavřen (zap.), kondenzátor C odstraňuje možné falešné impulsy při spínání

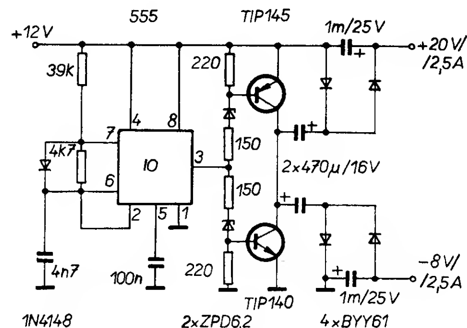
B. Zdroje, nabíječe, měniče



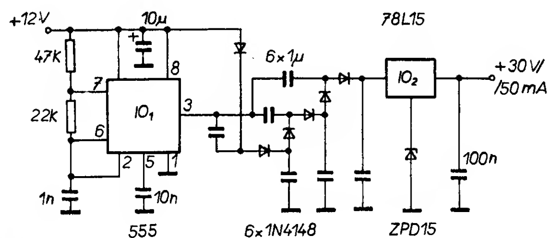
Obr. 1. Měnič 12/20 V, 50 mA



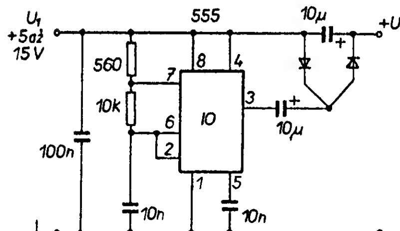
Obr. 5. Zdrojovač napětí (výstupní napětí U_2 je přibližně trojnásobkem napětí U_1)



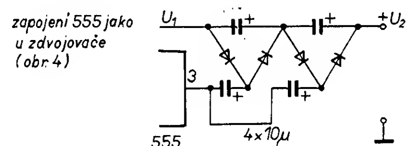
Obr. 2. Měnič 12/20 V, 2,5 A; -8 V/2,5 A



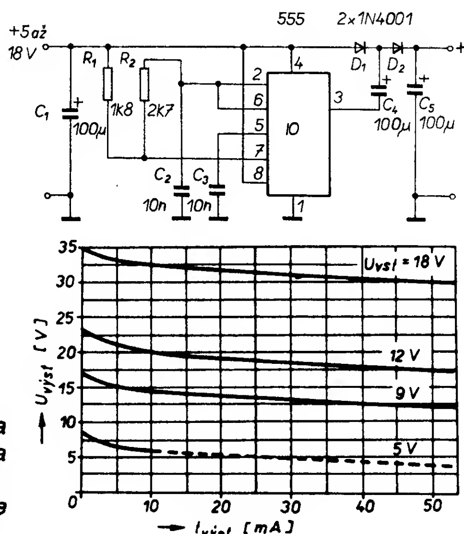
Obr. 3. Měnič 12/30 V, 50 mA

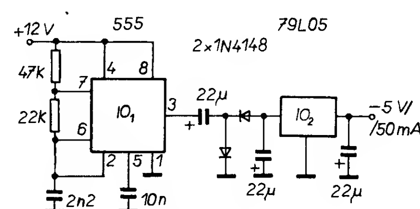


Obr. 4a. Zdvojovač napětí (výstupní napětí je přibližně dvojnásobkem napětí U_1, diody jsou germaniové nebo Schottky)



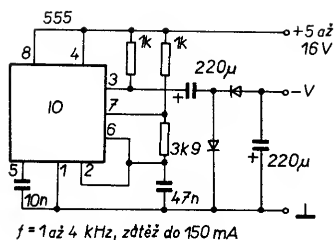
Obr. 6. Násobič čtyřmi (výstupní napětí je přibližně čtyřnásobkem napájecího napětí)



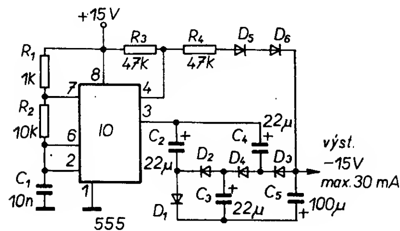


Obr. 7. Měnič 12 V/-5 V, 50 mA

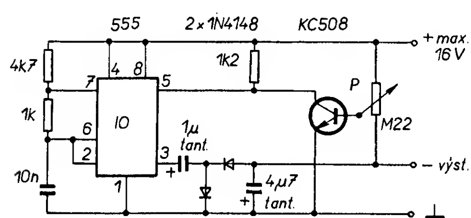
Obr. 4b. Jiný zdvojovač napětí a jeho výstupní charekteristiky (max. výstupní proud 50 mA)



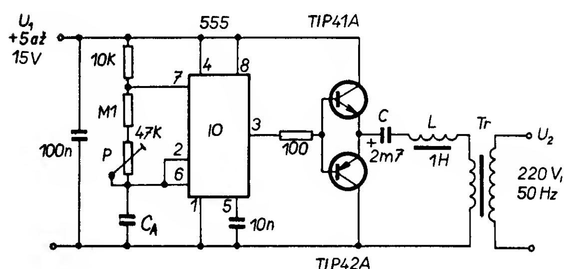
Obr. 8. Obvod k získání záporného napájecího napětí pro operační zesilovače (f = 1 až 4 kHz, výstupní proud max. 150 mA)



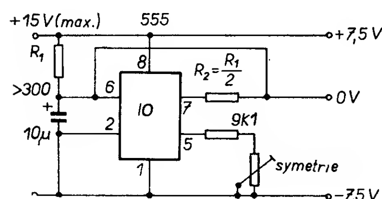
Obr. 9. Zdroj záporného napětí -15 V, max. 30 mA



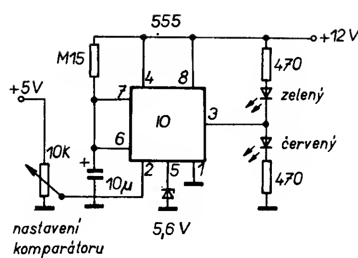
Obr. 10. Zdroj záporného napětí (výstupní napětí bude při napájecím napětí 16 V menší než -10 V)



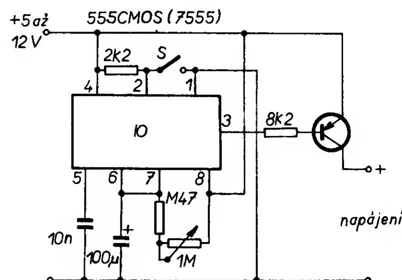
Obr. 11. Měnič 5 až 15 V/220 V, 50 Hz (potenciometrem se nastavuje kmitočet, volbou C a L lze dosáhnout sinusového tvaru výstupního napětí, převod Tr podle potřeby)



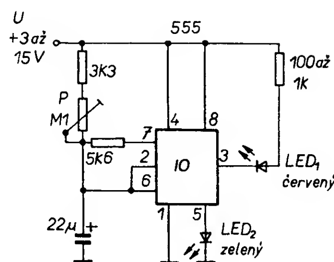
Obr. 12. Měnič k získání souměrného napětí +/-7,5 V



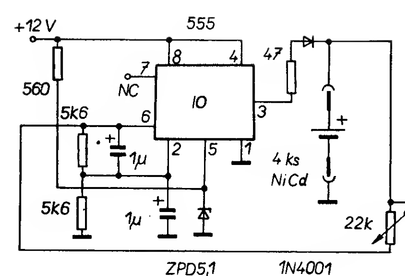
Obr. 13. Indikace výpadku napájecího napětí



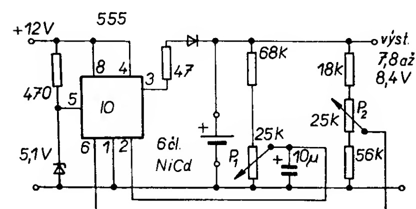
Obr. 14. Samočinný vypínač napájecího napětí pro bateriové přístroje (asi 10 minut po zapnutí)



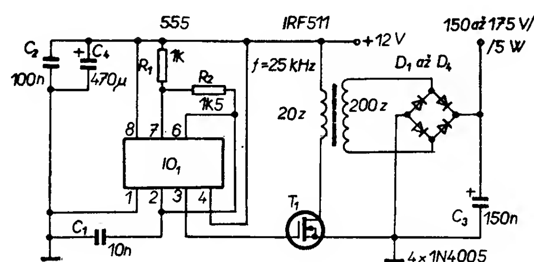
Obr. 15. Hlídač zmenšení jmenovité velikosti napětí (podle nastavení P svítí LED1 při jmenovitém napětí, zmenší-li se napětí U, dioda bliká)



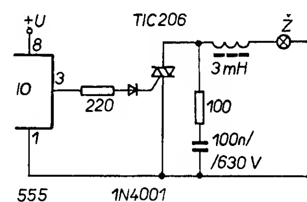
Obr. 16. Automatické nabíjení akumulátorů NiCd I



Obr. 17. Automatické nabíjení tužkových akumulátorů NiCd s kapacitou 450 až 500 mAh

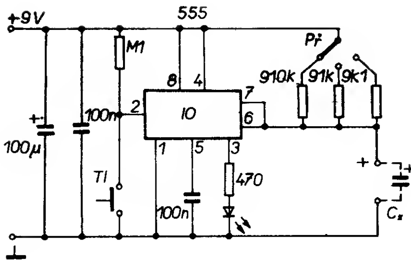


Obr. 18. Měnič 12 V/ 150 až 170 V, 5 W

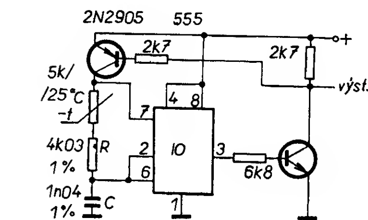


Obr. 19. Řízení triaku obvodem 555

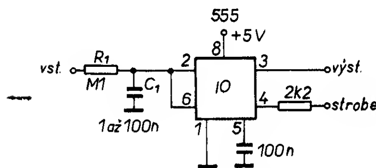
C. Měření, zkoušení



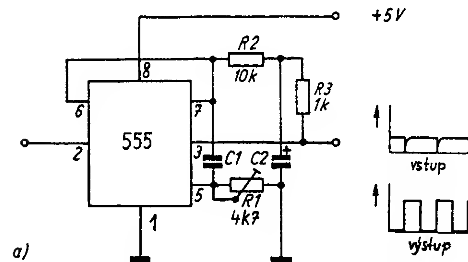
Obr. 1. Zkoušeč elektrolytických kondenzátorů (po připojení zkoušeného kondenzátoru se stiskne tlačítko a měří čas do dob, než se rozsvítí LED, v poloze 1 přepínače odpovídá změřenému času kapacita 1 μF/sekundu, v poloze 2 10 μF/s, v poloze 3 100 μF/s)



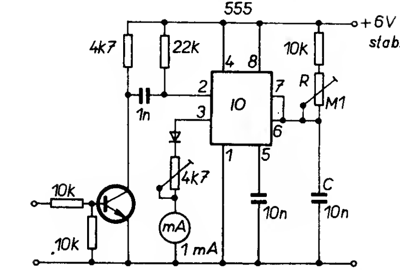
Obr. 2. Převodník teplota - kmitočet



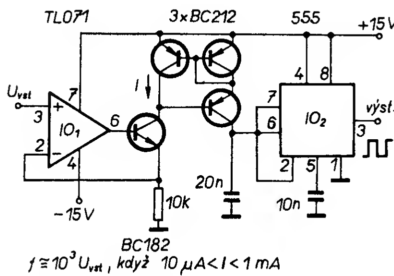
Obr. 3. Korektor pro vedení signálů s úrovněmi TTL



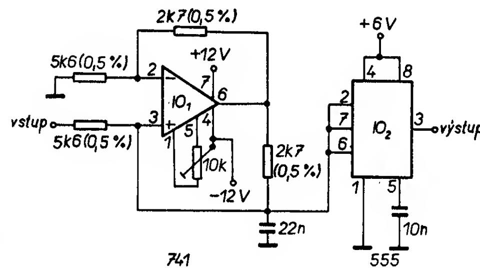
Obr. 4. Tvarovač impulsů



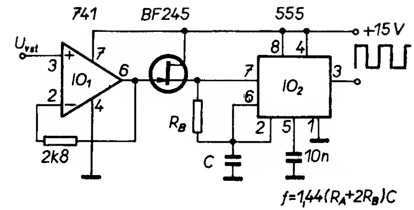
Obr. 6. Jednoduchý lineární měřič kmitočtu do 1000 Hz (při změně R a C do 100 kHz)



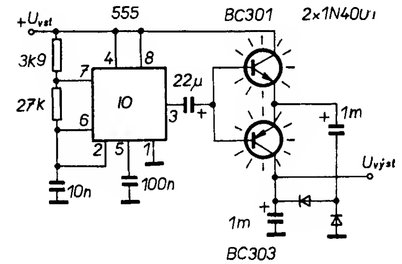
Obr. 7. Lineární převodník napětí - kmitočet I



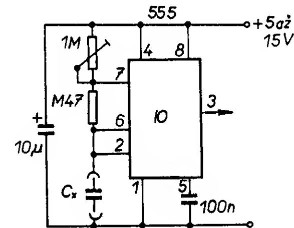
Obr. 8. Lineární převodník napětí - kmitočet II (vstup 0 až 5 V, výstup 0 až 21 kHz, 3 %)



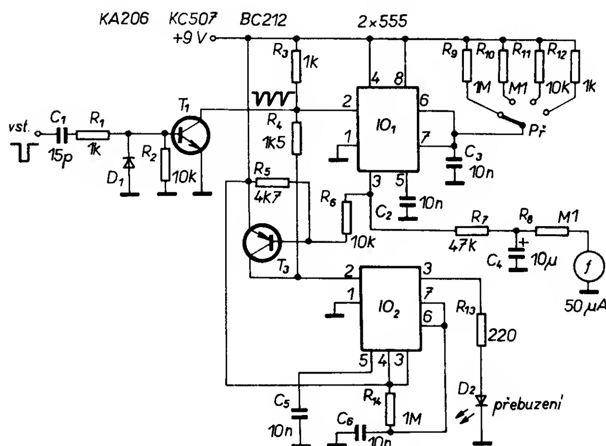
Obr. 9. Převodník napětí - kmitočet III (R_A je vnitřní odpor FET)



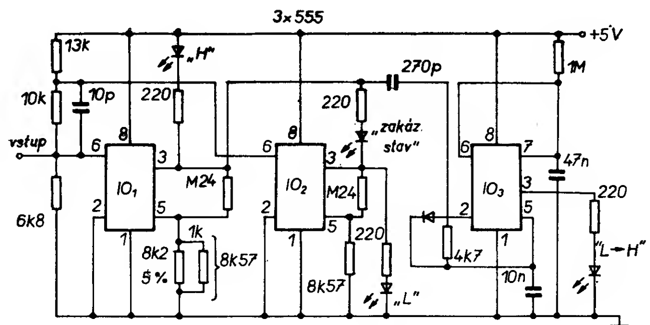
Obr. 10. Dělič napětí (vstupní napětí 10 až 16 V, výstupní 5 až 8 V/ 1 A)



Obr. 11. Jednoduchý měřič kapacity 100 pF až 1 μF (10 kHz/ 1 Hz, C = 1/f (nF; kHz), výstupní signál se vede k číslicovému měřiči kmitočtu

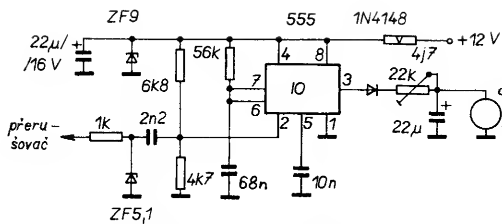


Obr. 5. Analogový měřič kmitočtu (měří od několika Hz do 50 kHz, cejchuje se signálem se známým kmitočtem)

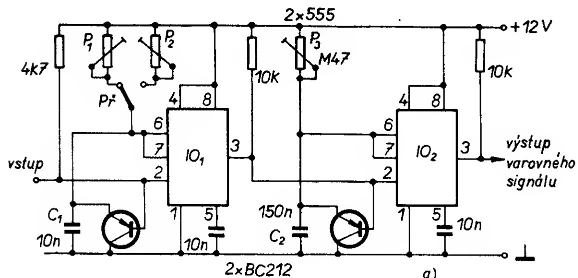


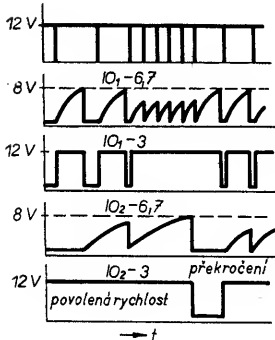
Obr. 12. Zkoušečka logických obvodů TTL (H, L, zakázaný stav)

D. Auto, moto

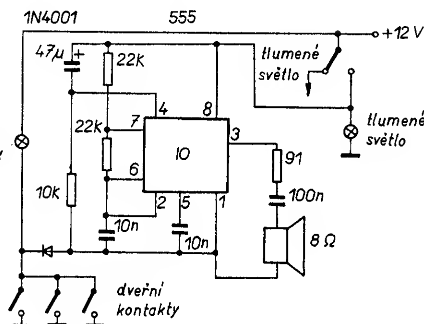


Obr. 1. Otáčkoměr pro čtyřtaktní, čtyřválcový motor

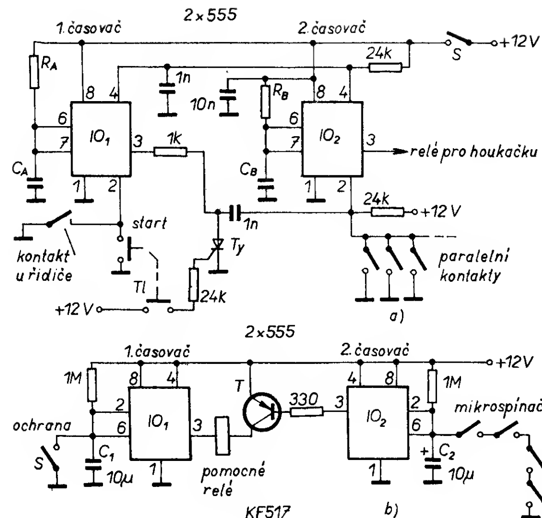


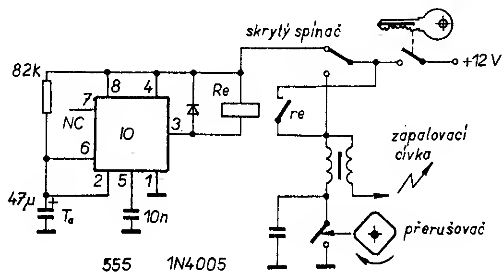


Obr. 2. Indikátor překročení stanovené rychlosti (a) a diagramy signálů (b). Zvolené rychlosti se nastaví trimry (odpor 1 až 10 MΩ, trimr P3 určuje kmitočet signálu pro reproduktor nebo sluchátko. Převod rychlosti vozidla na vstupní impulsy pro měřič lze odvodit od náhonu tachometru nebo např. i rotujícím magnetem, četnost impulsů odpovídá rychlosti vozidla)



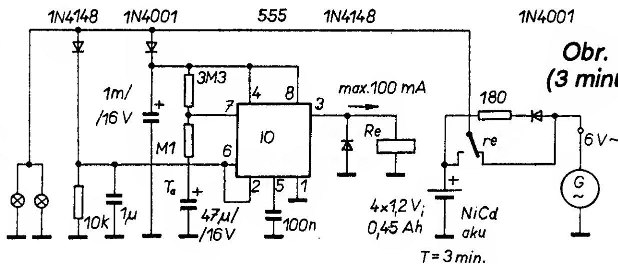
Obr. 5. Kontrola zhasnutí tlumených světel



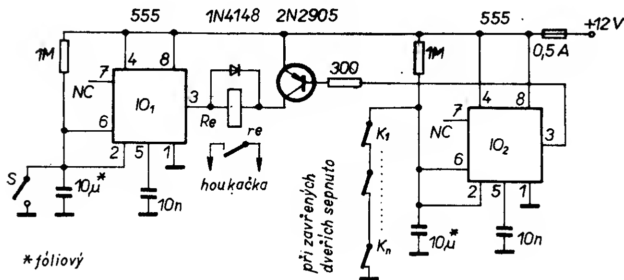


Obr. 4. Poplachové zařízení pro auto (v klidovém stavu kontakty relé odpojeny - a), zařízení s mikrospínači - b)

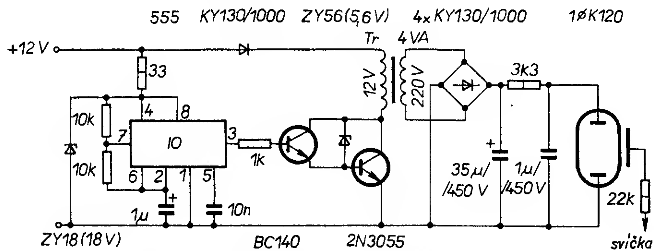
Obr. 6. Obvod imitující při startování chybu v zapalovacím systému (zpoždění 5 sekund)



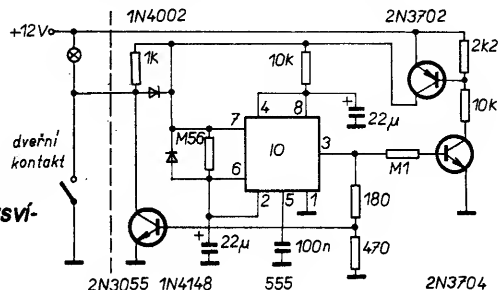
Obr. 7. Osvětlení motorky (3 minuty po vypnutí motoru)



Obr. 3. Poplachové zařízení pro auto (reaguje na přerušení některého z kontaktů)

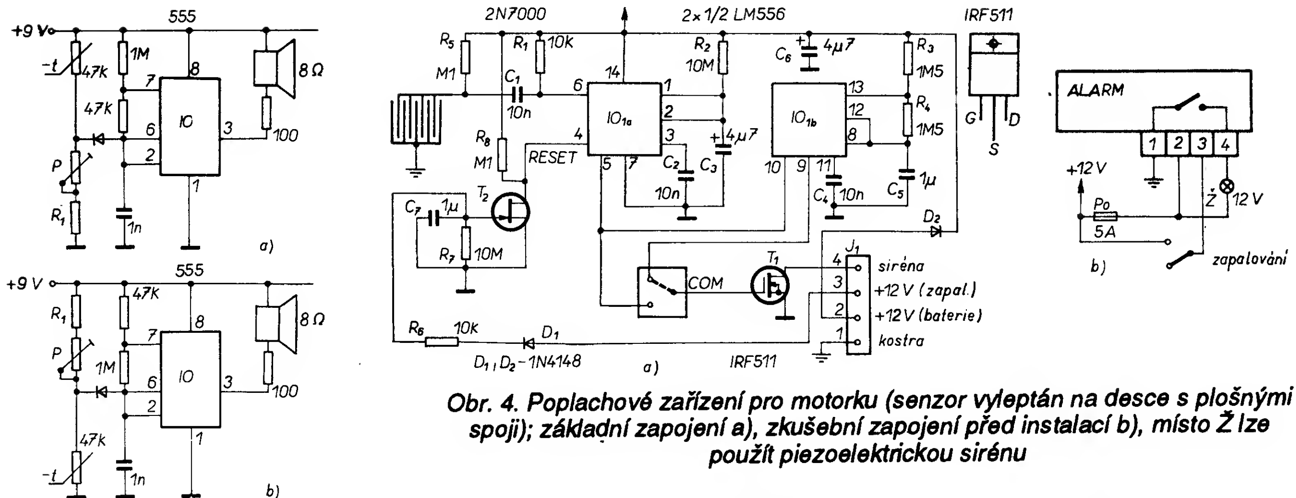


Obr. 8. Stroboskop pro seřízení zapalování



Obr. 9. Zpožďovací obvod pro rozsvícení vnitřního osvětlení vozu (asi 14 sekund)

E. Poplachová zařízení



Obr. 4. Poplachové zařízení pro motorku (senzor vyleptán na desce s plošnými spoji); základní zapojení a), zkušební zapojení před instalací b), místo Ž lze použít piezoelektrickou sirénu

°C	$R_1 + P$ [kΩ]
20	85
25	75
35	50
45	30
55	18
65	10
75	6,5
85	4
95	2,5
100	1,8

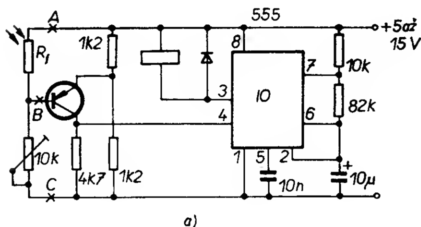
a)

°C	$R_1 + P$ [kΩ]
12	37
14	35
16	39
18	29
21	27
24	25
27	23
30	18

b)

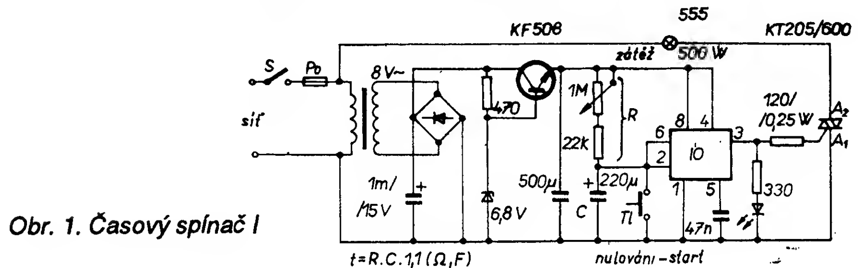
Obr. 1. Poplach v závislosti na teplotě (signál zazní, zvýší-li -a- či sníží-li -b- se teplota vzhledem k nastavené mezi)

Obr. 2. Světelná závora (po stisknutí tlačítka reset se obvod uvede do klidového stavu)

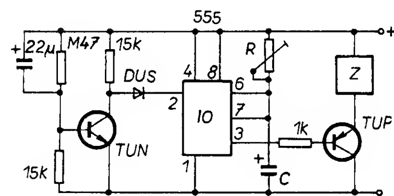


Obr. 3. Poplachové zařízení, základní zapojení, aktivace zatemněním fotorezistoru a), aktivace osvětlením b), poklesem teploty c), zvýšením teploty d)

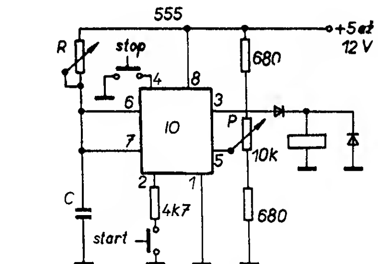
F. Časovače, časové spínače



Obr. 1. Časový spínač I



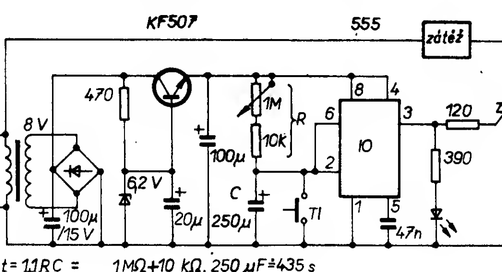
Obr. 2. Časový spínač II (časovací interval začíná po připojení napájecího napětí. Po uplynutí nastaveného času bude na vývodu 3 IO úroveň L, tranzistor se uvede do vodivého stavu)



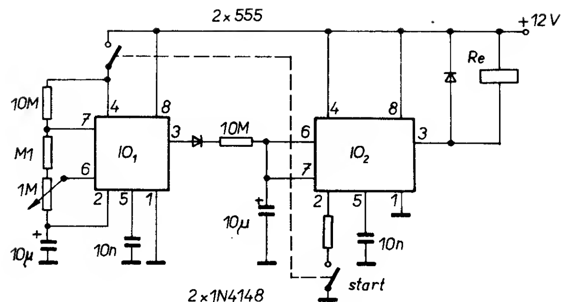
Obr. 4. Časový spínač IV (během nastavené doby je relé přitaženo, nastavenou dobu lze jemně regulovat potenciometrem P)

Obr. 3. Časový spínač III (nesepne při připojení napájecího napětí)

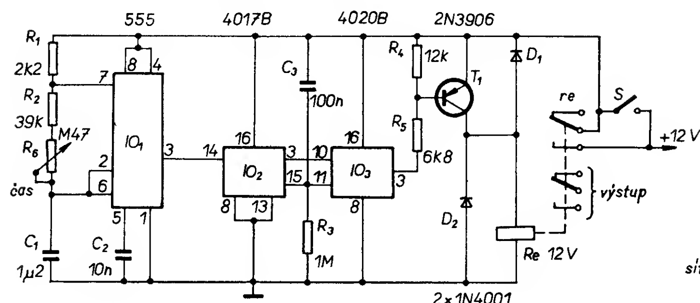
Obr. 5. Indikátor časových intervalů pro joging



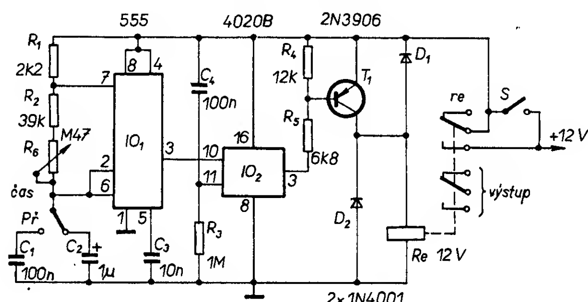
Obr. 6. Časový spínač V (Tl - nulování, start) (srovnej s obr. 1)



Obr. 7. Časový spínač VI (555 - generátor impulsů 0,12 Hz, 555 vpravo - monostabilní obvod), T = 1 až 10 minut

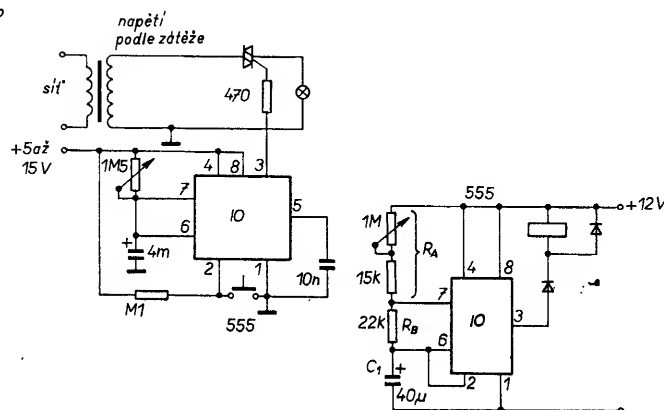


Obr. 8. Časový spínač 1 až 10 minut, popř. 10 až 100 minut



Obr. 9. Časový spínač 100 minut až 20 hodin (4017 - předdělička 10)

Obr. 10. Nastavitelný spínač osvětlení (lze nastavit v mezích 1 až 1,5 hodiny)



Obr. 11. Intervalový spínač (spíná v mezích 0,7 až 38 sekund, má-li být doba zapnutí shodná s dobou vypnutí, musí být $R_A = 0,3\ R_B$)

(Dalších 50 ukázek zapojení příště)

INZERCE

Inzerci přijímá osobně i poštou Vydavatelství Magnet-Press, inzertní oddělení (inzerce AR B), Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. (02) 24 22 73 84, 24 22 77 23, tel. / fax (02) 24 22 31 73. Uzávěrka tohoto čísla byla 1. 8. 1994, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát.

Cena za první řádek činí 44,-Kč, za každý další i započatý 22,-Kč. Platba je včetně daně z přidané hodnoty. Cena za plošnou inzerci se řídí velikostí, za 1 cm² plochy je 29,-Kč, k ceně se připočítává 23 % DPH. Nejmenší velikost plošného inzerátu je 54x40 mm. Za opakovanou inzerci poskytujeme slevy.

Texty pište čitelně, nejlépe na stroji nebo hůlkovým písmem, aby se předešlo chybám, vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

KOUPĚ

1000 Kč i více dám za kompletní německou leteckou kuklu - síťovanou, koženou, plátěnou. Dále samostatné krční mikrofony a sluchátka. Tel. (02) 263 803.

Zlacené konektory URS-TAH 2 (2x 13 špiček v černém plastu), "jihlavské", z počítače EC 1045 (4x 12 špiček v průhledném plastu), ruské, z počítače EC 1045, 1030 apod. (96 nebo 135 špiček ve 3 řadách v modrém, černém nebo slonovinovém plastu), i jiné "samce či samice" i mírně poškozené. Volejte, pište, dohoda jistá. P. Hodis, Nad Belárií 16, 143 00 Praha 4 - Modřany, tel. (02) 402 61 91.